

明 細 書

画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

技術分野

- [0001] 本発明は、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、時々刻々と変化する動画像の中の所望の点を確実に追尾することができるようにした、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

背景技術

- [0002] 動画像の所望の点を自動的に追尾する方法が種々提案されている。
- [0003] 例えば、特許文献1には、追尾対象に対応する1つのブロックに関する動きベクトルを用いて追尾を行うことが提案されている。
- [0004] 特許文献2には、追尾対象に関する領域の推定を行い、領域の動きの推定結果に基づいて、領域を追尾することが提案されている。

特許文献1:特開平6-143235号公報

特許文献2:特開平5-304065号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、特許文献1に記載の技術においては、1つの動きベクトルを用いて追尾を行うようにしているため、比較的ロバスト性に欠ける課題があった。また、追尾対象を含む画像が回転するなどして、追尾対象がユーザから見て見えなくなるような状態になった場合、その後、追尾点が再び見える状態になったとしても、その追尾点をもはや追尾することができなくなる課題があった。
- [0006] 特許文献2の技術においては、領域が利用される。その結果、ロバスト性が向上する。しかしながら、ロバスト性を向上させるために領域を広くしすぎると、例えば、ホームビデオで撮影した画像の中の子供の顔を追尾してズーム表示したいというような場合に、面積の広い子供の胴体を追尾してズーム表示してしまうという症状が生じる課題があった。
- [0007] また、いずれの技術においても、追尾対象が他の物体により一時的に隠れてしまう

オクルージョンが発生したり、あるいはシーンチェンジなどにより追尾対象が一時的に表示されなくなるような場合、ロバストな追尾を行うことが困難である課題があった。

- [0008] 本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、物体が回転したり、オクルージョンが発生したり、シーンチェンジが発生したような場合においても、追尾点を確実に追尾することができるようにするものである。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の画像処理装置は、時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する位置推定手段と、第2の点の位置が推定可能でない場合における第1の点の候補としての推定点を生成する生成手段と、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能である場合、位置推定手段による推定結果に基づいて、後の処理単位における第2の点を決定する決定手段と、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能でない場合、推定点の中から第1の点を選択する選択手段とを備えることを特徴とする。
- [0010] 前記処理単位はフレームとするようにすることができる。
- [0011] 前記位置推定手段は、さらに位置の推定の確度を演算し、演算された確度が基準値より大きい場合、第2の点の位置が推定可能であると判定するようにすることができる。
- [0012] 前記位置推定手段は、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能でない場合、選択手段にて選択された第1の点に基づいて、第2の点の位置を推定するようにすることができる。
- [0013] 前記位置推定手段は、第2の点の位置が推定可能である場合に、第2の点の位置を新たな第1の点として、次の処理単位の画像上の追尾点の位置の推定を行うようにすることができる。
- [0014] 前記生成手段は、第1の点と同一の対象物に属する1つ以上の点の集合を前の処理単位、または前の処理単位よりさらに前の処理単位において対象領域として推定する領域推定手段と、対象領域に基づき推定点を生成する推定点生成手段とを有するようにすることができる。

- [0015] 前記領域推定手段は、推定対象である対象領域に少なくとも重なる位置を予測により求め、予測された位置であって、対象領域を推定する処理単位における追尾点を含む位置に領域推定範囲を設定し、設定した領域推定範囲の中でサンプル点を設定し、サンプル点のうち、同一の動きを有するサンプル点の集合からなる領域であって最も大きい面積を持つサンプル点の集合からなる領域を対象領域と推定するようにすることができる。
- [0016] 前記領域推定範囲は、固定形状とするようにすることができる。
- [0017] 前記領域推定範囲は、可変形状とするようにすることができる。
- [0018] 前記領域推定手段は、前の処理単位よりさらに前の処理単位において対象領域を推定し、生成手段は、対象領域の前の処理単位における推定された対象領域中の点を推定点として生成するようにすることができる。
- [0019] 前記領域推定手段は、前の処理単位において対象領域を推定し、生成手段は、対象領域を構成する点を推定点として生成するようにすることができる。
- [0020] 前記領域推定手段は、第1の点と類似する画素値を有する点であって隣接する点およびその隣接する点にさらに隣接する点を、対象領域と推定するようにすることができる。
- [0021] 前記領域推定手段は、前の処理単位よりも更に前の処理単位における第1の点を含む所定の大きさの領域の中のサンプル点を抽出し、サンプル点のうち、同一の動きを有するサンプル点の領域であって最も大きい面積の領域を、その同一の動きの分だけシフトした前の処理単位上の点を含む領域を対象領域と推定するようにすることができる。
- [0022] テンプレートを作成するテンプレート作成手段と、推定点に基づいて第2の点を決定することができない場合、後の処理単位における所定の領域であるブロックと、そのブロックの処理単位より1処理単位以上前の処理単位のテンプレートの所定の領域であるブロックとの相関を算出する相関算出手段とをさらに備え、相関算出手段により算出された相関に基づいて、相関が高いと判定された場合、少なくとも決定手段を用いて追尾点を検出するようにすることができる。
- [0023] 前記テンプレート作成手段は、追尾点周辺の所定の領域をテンプレートとするよう

にすることができる。

- [0024] 前記テンプレート作成手段は、対象領域に基づいてテンプレートを作成するようにすることができる。
- [0025] 前記相関算出手段により算出された相関に基づいて、相関が高いと判定された場合、後の処理単位における所定の領域であるブロックより1処理単位以上前の処理単位におけるテンプレートの所定の領域であるブロックと追尾点との関係と、相関が高いと判定されたブロックの位置とに基づいて、第2の点を定めるようにすることができる。
- [0026] 前記テンプレート作成手段は、対象領域中のサンプル点および、サンプル点の所定の周縁領域からなる領域をテンプレートとするようにすることができる。
- [0027] 前記相関算出手段は、後の処理単位におけるブロックと、そのブロックの処理単位より1処理単位以上前の処理単位のテンプレートのブロックとの誤差を演算することで、相関を算出するようにすることができる。
- [0028] シーンチェンジを検出する検出手段をさらに備え、位置推定手段と選択手段は、それぞれの処理を、予め定められた条件に基づいて終了するとともに、推定点の中から第2の点を選択することができない時におけるシーンチェンジの有無に基づいて条件を変更するようにすることができる。
- [0029] 前記決定手段は、さらに、記時間的に前の処理単位の第1の点を含む少なくとも1つ以上の画素である注目画素と、時間的に後の処理単位の少なくとも1つ以上の画素であって、注目画素の動きベクトルに基づいて規定される対応画素との相関を表す評価値を算出する評価値算出手段と、注目画素を基準とする画素値の変動を表す変動値を算出する変動値算出手段と、評価値と変動値に基づいて、動きベクトルの確度を演算する確度演算手段とを備えるようにすることができる。
- [0030] 前記注目画素の画素数と対応画素の画素数は同じであるようにすることができる。
- [0031] 前記変動値は、画素値の空間方向の変動を表わす値であるようにすることができる。
- [0032] 前記変動値は、分散値、またはダイナミックレンジであるようにすることができる。
- [0033] 前記処理単位は、フレームまたはフィールドであるようにすることができる。

- [0034] 前記確度演算手段は、評価値を変動値で正規化した値に基づいて動きベクトルの確度を演算するようにすることができる。
- [0035] 前記確度演算手段は、変動値が所定の閾値よりも大きい場合には、評価値を変動値で正規化した値を動きベクトルの確度とし、変動値が閾値よりも小さい場合には、動きベクトルの確度が低いことを表わす固定値を選択するようにすることができる。
- [0036] 前記評価値算出手段は、注目画素を含むブロックと、対応画素を含むブロックの画素の差分の絶対値の総和として評価値を演算するようにすることができる。
- [0037] 前記変動値算出手段は、注目画素を含むブロックにおいて、注目画素とそれに隣接する隣接画素との差分の絶対値の総和を隣接画素の数で除算して得られた値の、ブロック内の総和として変動値を演算するようにすることができる。
- [0038] 前記確度演算手段は、変動値を第1の基準値と比較する比較手段と、第2の基準値と、評価値を変動値で正規化した値との差を演算する差演算手段と、比較手段による比較結果と、差演算手段により演算された差に基づいて、動きベクトルの確度を演算し、出力する出力手段とを備えるようにすることができる。
- [0039] 入力画像から動きベクトルを検出し、評価値算出手段に供給する動きベクトル検出手段と、動きベクトル検出手段により検出された動きベクトルに基づいて、入力画像を動き補償する動き補償手段と、動き補償手段により動き補償された画像と動き補償されていない画像のいずれかを、動きベクトルの確度に基づいて選択する選択手段と、選択手段により選択された画像を符号化する符号化手段とをさらに備えるようにすることができる。
- [0040] 前記動きベクトルの確度で重み付けされた頻度分布を算出する頻度分布算出手段と、頻度分布算出手段により算出された頻度分布の最大値を検出し、検出された最大値に基づいて、背景動きを検出する最大値検出手段とをさらに備えるようにすることができる。
- [0041] 前記動きベクトルの確度の処理単位における平均値を算出する平均値算出手段と、平均値算出手段により算出された平均値を基準値と比較し、その比較結果に基づいてシーンチェンジの有無を判定する判定手段とをさらに備えるようにすることができる。

- [0042] 前記平均値算出手段は、1つの処理単位について、1つの平均値を演算するようにすることができる。
- [0043] 画像の中の移動するオブジェクトにおける第1の点を検出する第1の点検出手段と、推定結果に基づいて、画像の中のオブジェクトの周囲に予め設定された大きさの補正領域を設定する補正領域設定手段と、画像の中の補正領域内の画像を補正する補正手段と、補正領域内が補正手段により補正された画像の表示を制御する表示制御手段とをさらに備えるようにすることができる。
- [0044] 前記補正手段は、画像のぼけを補正するようにすることができる。
- [0045] 前記補正手段は、補正領域内の画像を特定する制御信号と、画像のぼけの度合いを表すパラメータを供給する供給手段と、制御信号に基づいて特定された補正領域内の画像の特徴を検出し、検出された特徴を表す特徴コードを出力する特徴検出手段と、画像のぼけの度合いを表すパラメータと、特徴検出手段により出力された特徴コードに対応する係数を記憶する記憶手段と、記憶手段から、パラメータと特徴検出手段により出力された特徴コードに対応する係数を読み出す読み出し手段と、読み出し手段により読み出された係数に基づいて、入力画像の画素の値に対して積和演算を行う積和演算手段と、積和演算手段による演算結果と入力画像の画素の値を選択して出力する選択出力手段とを備え、補正領域内の画像のぼけを除去するように補正するようにすることができる。
- [0046] 前記第1の点検出手段は、入力画像の中から、積和演算を行う画素の周囲の、予め設定された第1の領域に含まれる複数の画素を抽出する第1の抽出手段と、第1の領域と、垂直または水平の複数の方向に連続した、複数の第2の領域に含まれる複数の画素を抽出する第2の抽出手段と、第1の抽出手段により抽出された画素と、第2の抽出手段により抽出された画素において、対応する画素の値の差分の絶対値の総和を求めて、複数のブロック差分を演算するブロック差分演算手段と、ブロック差分が、予め設定された閾値より大きいかな否かを判定する差分判定手段とを備えるようにすることができる。
- [0047] 前記パラメータは、ぼけた画像の画素とぼけていない画像の画素の関係を表すモデル式におけるガウス関数のパラメータであるようにすることができる。

- [0048] 前記記憶手段により記憶される係数は、モデル式の逆行列を演算することにより求められた係数であるようにすることができる。
- [0049] 前記選択出力手段は、積和演算手段により積和演算が行われた複数の画素を抽出する第1の抽出手段と、第1の抽出手段により抽出された複数の画素の分散の度合いを表す分散度を演算する分散演算手段と、分散演算手段により演算された分散度が予め設定された閾値より大きいかな否かを判定する分散判定手段とを備えるようにすることができる。
- [0050] 前記選択出力手段は、分散判定手段の判定結果に基づいて、出力する画素の値を、積和演算手段による演算結果、または入力画像の画素の値のいずれかから選択する画素選択手段をさらに備えるようにすることができる。
- [0051] 本発明の画像処理方法は、時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する推定ステップと、第2の点の位置が推定可能でない場合における第1の点の候補としての推定点を生成する生成ステップと、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能である場合、位置推定ステップの処理による推定結果に基づいて、後の処理単位における第2の点を決定する決定ステップと、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能でない場合、推定点の中から第1の点を選択する選択ステップとを含むことを特徴とする。
- [0052] 前記決定ステップの処理には、時間的に前の処理単位の第1の点を含む少なくとも1つ以上の画素である注目画素と、時間的に後の処理単位の少なくとも1つ以上の画素であって、注目画素の動きベクトルに基づいて規定される対応画素との相関を表す評価値を算出する評価値算出ステップと、注目画素を基準とする画素値の変動を表す変動値を算出する変動値算出ステップと、評価値と変動値に基づいて、動きベクトルの確度を演算する確度演算ステップとが含まれるようにすることができる。
- [0053] 画像の中の移動するオブジェクトにおける第1の点を検出する第1の点検出ステップと、推定結果に基づいて、画像の中にオブジェクトの周囲に予め設定された大きさの補正領域を設定する補正領域設定ステップと、画像の中の補正領域内の画像を補正する補正ステップと、補正領域内が前記補正ステップの処理により補正された画

像の表示を制御する表示制御ステップとをさらに含むようにすることができる。

[0054] 本発明の記録媒体のプログラムは、時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する推定ステップと、第2の点の位置が推定可能でない場合における第1の点の候補としての推定点を生成する生成ステップと、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能である場合、位置推定ステップの処理による推定結果に基づいて、後の処理単位における第2の点を決定する決定ステップと、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能でない場合、推定点の中から第1の点を選択する選択ステップとを含むことを特徴とする。

[0055] 本発明のプログラムは、時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する推定ステップと、第2の点の位置が推定可能でない場合における第1の点の候補としての推定点を生成する生成ステップと、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能である場合、位置推定ステップの処理による推定結果に基づいて、後の処理単位における第2の点を決定する決定ステップと、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能でない場合、推定点の中から第1の点を選択する選択ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

[0056] 本発明においては、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能である場合、位置推定結果に基づいて後の処理単位における第2の点が決定され、後の処理単位における第2の点の位置が推定可能でない場合、生成された推定点の中から第1の点を選択される。

発明の効果

[0057] 本発明によれば、画像上の追尾点を追尾することが可能となる。特に、追尾におけるロバスト性を向上させることができる。その結果、対象物が回転して追尾点が一時的に見えなくなったり、オクルージョンやシーンチェンジが発生した場合などにおいても、追尾点を確実に追尾することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0058] [図1]本発明を適用したオブジェクト追尾装置の構成例を示すブロック図である。

[図2]図1のオブジェクト追尾装置の追尾処理を説明するフローチャートである。

[図3]追尾対象が回転する場合の追尾を説明する図である。

[図4]オクルージョンが起きる場合の追尾を説明する図である。

[図5]シーンチェンジが起きる場合の追尾を説明する図である。

[図6]図2のステップS1の通常処理を説明するフローチャートである。

[図7]図6のステップS21の通常処理の初期化処理を説明するフローチャートである。

[図8]乗り換え候補抽出処理を説明する図である。

[図9]図1の領域推定関連処理部の構成例を示すブロック図である。

[図10]図6のステップS26の領域推定関連処理を説明するフローチャートである。

[図11]図10のステップS61の領域推定処理を説明するフローチャートである。

[図12A]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図12B]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図13A]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図13B]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図14A]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図14B]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図15]図11のステップS81におけるサンプル点を決定する処理を説明する図である。

[図16]図11のステップS86の領域推定範囲の更新処理を説明するフローチャートである。

[図17A]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図17B]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図17C]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図18A]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図18B]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図18C]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図19A]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図19B]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図19C]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図20A]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図20B]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図20C]領域推定範囲の更新を説明する図である。

[図21]図11のステップS86の領域推定範囲の更新処理の他の例を説明するフローチャートである。

[図22A]領域推定範囲の更新処理を説明する図である。

[図22B]領域推定範囲の更新処理を説明する図である。

[図22C]領域推定範囲の更新処理を説明する図である。

[図22D]領域推定範囲の更新処理を説明する図である。

[図23]図10のステップS62の乗り換え候補抽出処理を説明するフローチャートである。

。

[図24]図10のステップS63のテンプレート作成処理を説明するフローチャートである。

。

[図25]テンプレート作成を説明する図である。

[図26]テンプレート作成を説明する図である。

[図27]テンプレートと追尾点の位置関係を説明する図である。

[図28]図1の領域推定関連処理部の他の構成例を示すブロック図である。

[図29]図10のステップS61の領域推定処理の他の例を説明するフローチャートである。

[図30A]同色領域の成長を説明する図である。

[図30B]同色領域の成長を説明する図である。

[図30C]同色領域の成長を説明する図である。

[図31]追尾点の同色領域と領域推定結果を説明する図である。

[図32]図10のステップS62の乗り換え候補抽出処理の他の例を説明するフローチャートである。

[図33]図2のステップS2の例外処理を説明するフローチャートである。

[図34]図33のステップS301の例外処理の初期化処理を説明するフローチャートである。

[図35]テンプレートの選択を説明する図である。

[図36]探索範囲の設定を説明する図である。

[図37]図33のステップS305の継続判定処理を説明するフローチャートである。

[図38]図2のステップS1の通常処理の他の例を説明するフローチャートである。

[図39]図10のステップS61の領域推定処理の他の例を説明するフローチャートである。

[図40]図10のステップS62の乗り換え候補抽出処理の他の例を説明するフローチャートである。

[図41]図6の通常処理を行った場合の乗り換え候補を説明する図である。

[図42]図38の通常処理を行った場合における乗り換え候補を説明する図である。

[図43]図1の動き推定部の構成例を示すブロック図である。

[図44]動き演算処理を説明するためのフローチャートである。

[図45]フレームの時間的な流れを説明するための図である。

[図46]フレームのブロックを説明するための図である。

[図47]ブロックマッチング法を説明するための図である。

[図48]動きベクトルを説明するための図である。

[図49]動きベクトル確度演算処理を説明するためのフローチャートである。

[図50]評価値の算出方法を説明するための図である。

[図51]アクティビティ算出処理を説明する図である。

[図52]アクティビティの算出方法を説明するための図である。

[図53A]ブロックアクティビティの算出方法を説明するための図である。

- [図53B]ブロックアクティビティの算出方法を説明するための図である。
- [図53C]ブロックアクティビティの算出方法を説明するための図である。
- [図53D]ブロックアクティビティの算出方法を説明するための図である。
- [図53E]ブロックアクティビティの算出方法を説明するための図である。
- [図53F]ブロックアクティビティの算出方法を説明するための図である。
- [図54]閾値処理を説明するためのフローチャートである。
- [図55]評価値とアクティビティの関係を説明するための図である。
- [図56]正規化処理を説明するためのフローチャートである。
- [図57]統合処理を説明するためのフローチャートである。
- [図58]背景動き推定部の構成例を示すブロック図である。
- [図59]背景動き推定処理を説明するフローチャートである。
- [図60]のシーンチェンジ検出部の構成例を示すブロック図である。
- [図61]シーンチェンジ検出処理を説明するフローチャートである。
- [図62]テレビジョン受像機の構成例を示すブロック図である。
- [図63]テレビジョン受像機の画像表示処理を説明するフローチャートである。
- [図64]本発明を適用した画像処理装置の構成例を示すブロック図である。
- [図65]動きベクトル確度算出部の構成例を示すブロック図である。
- [図66]画像処理装置の構成例を示すためのブロック図である。
- [図67]符号化装置の構成例を示すためのブロック図である。
- [図68]符号化装置の符号化処理を説明するためのフローチャートである。
- [図69]手振れ補正装置の構成例を示すためのブロック図である。
- [図70]背景動き検出部の構成例を示すためのブロック図である。
- [図71]手振れ補正装置の手振れ補正処理を説明するためのフローチャートである。
- [図72]蓄積装置の構成例を示すためのブロック図である。
- [図73]シーンチェンジ検出部の構成例を示すためのブロック図である。
- [図74]蓄積装置のインデックス画像作成処理を説明するためのフローチャートである。
- 。
- [図75]蓄積装置の画像出力処理を説明するためのフローチャートである。

- [図76]監視カメラシステムの構成例を示すブロック図である。
- [図77]監視カメラシステムの監視処理を説明するフローチャートである。
- [図78]監視カメラシステムの他の構成例を示すブロック図である。
- [図79]監視カメラシステムの監視処理を説明するフローチャートである。
- [図80]本発明を適用した監視カメラシステムの構成例を示すブロック図である。
- [図81]監視処理を説明するフローチャートである。
- [図82A]監視カメラシステムにより表示される画像の例を示す図である。
- [図82B]監視カメラシステムにより表示される画像の例を示す図である。
- [図82C]監視カメラシステムにより表示される画像の例を示す図である。
- [図83]補正対象エリアの移動の例を示す図である。
- [図84]画像補正部の構成例を示すブロック図である。
- [図85]画像補正部の制御信号の例を示す図である。
- [図86A]画像のぼけの原理を説明する図である。
- [図86B]画像のぼけの原理を説明する図である。
- [図86C]画像のぼけの原理を説明する図である。
- [図87]画像のぼけの原理を説明する図である。
- [図88]画像のぼけの原理を説明する図である。
- [図89]画像のぼけの原理を説明する図である。
- [図90]パラメータコードの組み合わせの例を示す図である。
- [図91]画像のエッジ部分を説明する図である。
- [図92]ぼけ修正処理を説明するフローチャートである。
- [図93]画像補正処理を説明するフローチャートである。
- [図94]画像特徴検出処理を説明するフローチャートである。
- [図95]画像特徴検出部の構成例を示すブロック図である。
- [図96A]ブロック切り出し部により抽出される画像のブロックを説明する図である。
- [図96B]ブロック切り出し部により抽出される画像のブロックを説明する図である。
- [図96C]ブロック切り出し部により抽出される画像のブロックを説明する図である。
- [図96D]ブロック切り出し部により抽出される画像のブロックを説明する図である。

[図96E]ブロック切り出し部により抽出される画像のブロックを説明する図である。

[図97]画像合成処理を説明するフローチャートである。

[図98]画像合成部の構成例を示すブロック図である。

[図99]分散演算を説明する図である。

符号の説明

- [0059] 1 オブジェクト追尾装置, 11 テンプレートマッチング部, 12 動き推定部, 13 シーンチェンジ検出部, 14 背景動き推定部, 15 領域推定関連処理部, 16 乗り換え候補保持部, 17 追尾点決定部, 18 テンプレート保持部, 19 制御部

発明を実施するための最良の形態

[0060] 以下に、図を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

[0061] 図1は、本発明の画像処理装置を適用したオブジェクト追尾装置の機能的構成例を表している。このオブジェクト追尾装置1は、テンプレートマッチング部11、動き推定部12、シーンチェンジ検出部13、背景動き推定部14、領域推定関連処理部15、乗り換え候補保持部16、追尾点決定部17、テンプレート保持部18、および制御部19により構成されている。

[0062] テンプレートマッチング部11は、入力画像と、テンプレート保持部18に保持されているテンプレート画像のマッチング処理を行う。動き推定部12は、入力画像の動きを推定し、推定の結果得られた動きベクトルと、その動きベクトルの確度を、シーンチェンジ検出部13、背景動き推定部14、領域推定関連処理部15、および追尾点決定部17に出力する。動き推定部12の詳細な構成は、図43を参照して後述する。

[0063] シーンチェンジ検出部13は、動き推定部12より供給された確度に基づいて、シーンチェンジを検出する。シーンチェンジ検出部13の詳細な構成は、図50を参照して後述する。

[0064] 背景動き推定部14は、動き推定部12より供給された動きベクトルと確度に基づいて背景動きを推定する処理を実行し、推定結果を領域推定関連処理部15に供給する。背景動き検出部14の詳細な構成は図48を参照して後述する。

[0065] 領域推定関連処理部15は、動き推定部12より供給された動きベクトルと確度、背

景動き推定部14より供給された背景動き、並びに追尾点決定部17より供給された追尾点情報に基づいて、領域推定処理を行う。また、領域推定関連処理部15は、入力された情報に基づいて乗り換え候補を生成し、乗り換え候補保持部16へ供給し、保持させる。さらに、領域推定関連処理部15は、入力画像に基づいてテンプレートを作成し、テンプレート保持部18に供給し、保持させる。領域推定関連処理部15の詳細な構成は、図9を参照して後述する。

- [0066] 追尾点決定部17は、動き推定部12より供給された動きベクトルと確度、並びに乗り換え候補保持部16より供給された乗り換え候補に基づいて、追尾点を決定し、決定された追尾点に関する情報を領域推定関連処理部15に出力する。
- [0067] 制御部19は、テンプレートマッチング部11乃至テンプレート保持部18の各部と接続され、ユーザからの追尾点指示入力に基づいて各部を制御し、追尾結果を図示せぬ装置に出力する。
- [0068] 次に、オブジェクト追尾装置1の動作について説明する。
- [0069] 図2に示されるように、オブジェクト追尾装置1は、基本的に通常処理と例外処理を実行する。すなわち、ステップS1で通常処理が行われる。この通常処理の詳細は、図6を参照して後述するが、この処理によりユーザから指定された追尾点を追尾する処理が実行される。ステップS1の通常処理において追尾点の乗り換えができなくなったとき、ステップS2において、例外処理が実行される。この例外処理の詳細は、図33のフローチャートを参照して後述するが、この例外処理により、追尾点が画像から見えなくなったとき、テンプレートマッチングにより通常処理への復帰処理が実行される。例外処理によって追尾処理を継続することができなくなった（通常処理へ復帰することができなくなった）と判定された場合には処理が終了されるが、テンプレートによる復帰処理の結果、通常処理への復帰が可能と判定された場合には、処理は再びステップS1に戻る。このようにして、ステップS1の通常処理とステップS2の例外処理が、各フレーム毎に順次繰り返し実行される。
- [0070] 本発明においては、この通常処理と例外処理により、図3乃至図5に示されるように、追尾対象が回転したり、オクルージョンが発生したり、シーンチェンジが発生する等、追尾点が一時的に見えなくなった場合においても、追尾が可能となる。

- [0071] すなわち、例えば、図3に示されるように、フレーム $n-1$ には追尾対象としての人の顔504が表示されており、この人の顔504は、右目502と左目503を有している。ユーザが、このうちの、例えば右目502(正確には、その中の1つの画素)を追尾点501として指定したとする。図3の例においては、次のフレーム n において、人が図中左方向に移動しており、さらに次のフレーム $n+1$ においては、人の顔504が時計方向に回転している。その結果、今まで見えていた右目502が表示されなくなり、いままでの方法では、追尾ができなくなる。そこで、上述したステップS1の通常処理においては、右目502と同一の対象物としての顔504上の左目503が選択され、追尾点が左目503に乗り換えられる(設定される)。これにより追尾が可能となる。
- [0072] 図4の表示例では、フレーム $n-1$ において、顔504の図中左側からボール521が移動してきて、次のフレーム n においては、ボール521がちょうど顔504を覆う状態となっている。この状態において、追尾点501として指定されていた右目502を含む顔504が表示されていない。このようなオクルージョンが起きると、対象物としての顔504が表示されていないので、追尾点501に代えて追尾する乗り換え点もなくなり、以後、追尾点を追尾することが困難になる。しかし、本発明においては、追尾点501としての右目502をフレーム $n-1$ (実際には時間的にもっと前のフレーム)の画像がテンプレートとして予め保存されており、ボール521がさらに右側に移動し、フレーム $n+1$ において、追尾点501として指定された右目502が再び現れると、上述したステップS2の例外処理により、追尾点501としての右目502が再び表示されたことが確認され、右目502が再び追尾点501として追尾されることになる。
- [0073] 図5の例では、フレーム $n-1$ においては、顔504が表示されているが、次のフレーム n においては、自動車511が人の顔を含む全体を覆い隠している。すなわち、この場合、シーンチェンジが起きたことになる。本発明では、このようにシーンチェンジが起きて追尾点501が画像から存在しなくなっても、自動車511が移動して、フレーム $n+1$ において再び右目502が表示されると、ステップS2の例外処理で、追尾点501としての右目502が再び出現したことがテンプレートに基づいて確認され、この右目502を再び追尾点501として追尾することが可能となる。
- [0074] 次に、図6のフローチャートを参照して、図2のステップS1の通常処理の詳細につ

いて説明する。ステップS21において、追尾点決定部17により通常処理の初期化処理が実行される。その詳細は、図7のフローチャートを参照して後述するが、この処理によりユーザから追尾するように指定された追尾点を基準とする領域推定範囲が指定される。この領域推定範囲は、ユーザにより指定された追尾点と同一の対象物(例えば、追尾点の人が目である場合、目と同様の動きをする剛体としての人の顔、または人の体など)に属する点の範囲を推定する際に参照する範囲である。乗り換え点は、この領域推定範囲の中の点から選択される。

- [0075] 次に、ステップS22において、制御部19は、次のフレームの画像の入力を待機するように各部を制御する。ステップS23において、動き推定部12は、追尾点の動きを推定する。すなわち、ユーザにより指定された追尾点を含むフレーム(前フレーム)より時間的に後のフレーム(後フレーム)をステップS22の処理で取り込むことで、結局連続する2フレームの画像が得られたことになるので、ステップS23において、前フレームの追尾点に対応する後フレームの追尾点の位置を推定することで、追尾点の動きが推定される。
- [0076] なお、時間的に前とは、処理の順番(入力)の順番をいう。通常、撮像の順番に各フレームの画像が入力されるので、その場合、より時間的に前に撮像されたフレームが前フレームとなるが、時間的に後に撮像されたフレームが先に処理(入力)される場合には、時間的に後に撮影されたフレームが前フレームとなる。
- [0077] ステップS24において、動き推定部12(後述する図43の統合処理部605)は、ステップS23の処理の結果、追尾点が推定可能であったか否かを判定する。追尾点が推定可能であったか否かは、例えば、図43を参照して後述する動き推定部12が生成、出力する動きベクトルの確度の値を、予め設定されている閾値と比較することで判定される。具体的には、動きベクトルの確度が閾値以上であれば推定が可能であり、閾値より小さければ推定が不可能であると判定される。すなわち、ここにおける可能性は比較的厳格に判定され、実際には推定が不可能ではなくても確度が低い場合には、不可能と判定される。これにより、より確実な追尾処理が可能となる。
- [0078] なお、ステップS24では、追尾点での動き推定結果と追尾点の近傍の点での動き推定結果が、多数を占める動きと一致する場合には推定可能、一致しない場合には

推定不可能と判定するようにすることも可能である。

- [0079] 追尾点の動きが推定可能であると判定された場合(追尾点が同一対象物上の対応する点上に正しく設定されている確率(右目502が追尾点501として指定された場合、右目502が正しく追尾されている確率)が比較的高い場合)、ステップS25に進み、追尾点決定部17は、ステップS23の処理で得られた推定動き(動きベクトル)の分だけ追尾点をシフトする。すなわち、これにより、前フレームの追尾点の追尾後の後フレームにおける追尾の位置が決定されることになる。
- [0080] ステップS25の処理の後、ステップS26において、領域推定関連処理が実行される。この領域推定関連処理の詳細は、図10を参照して後述するが、この処理により、ステップS21の通常処理の初期化処理で指定された領域推定範囲が更新される。さらに、対象物体が回転するなどして、追尾点が表示されない状態になった場合に、追尾点を乗り換えるべき点としての乗り換え点としての候補(乗り換え候補)が、この状態(まだ追尾が可能な状態)において、予め抽出(作成)される。また、乗り換え候補への乗り換えもできなくなった場合、追尾は一旦中断されるが、再び追尾が可能になった(追尾点が再び出現した)ことを確認するために、テンプレートが予め作成される。
- [0081] ステップS26の領域推定関連処理が終了した後、処理は再びステップS22に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。
- [0082] すなわち、ユーザから指定された追尾点の動きが推定可能である限り、ステップS22乃至ステップS26の処理がフレーム毎に繰り返し実行され、追尾が行われることになる。
- [0083] これに対して、ステップS24において、追尾点の動きが推定可能ではない(不可能である)と判定された場合、すなわち、上述したように、例えば動きベクトルの確度が閾値以下であるような場合、処理はステップS27に進む。ステップS27において、追尾点決定部17は、ステップS26の領域推定関連処理で生成された乗り換え候補が乗り換え候補保持部16に保持されているので、その中から、元の追尾点に最も近い乗り換え候補を1つ選択する。追尾点決定部17は、ステップS28で乗り換え候補が選択できたか否かを判定し、乗り換え候補が選択できた場合には、ステップS29に進

み、追尾点をステップS27の処理で選択した乗り換え候補に乗り換える(変更する)。すなわち、乗り換え候補の点が新たな追尾点として設定される。その後、処理はステップS23に戻り、乗り換え候補の中から選ばれた追尾点の動きを推定する処理が実行される。

- [0084] ステップS24において新たに設定された追尾点の動きが推定可能であるか否かが再び判定され、推定可能であれば、ステップS25において追尾点を推定動き分だけシフトする処理が行われ、ステップS26において、領域推定関連処理が実行される。その後、処理は再びステップS22に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。
- [0085] ステップS24において、新たに設定された追尾点も推定不可能であると判定された場合には、再びステップS27に戻り、乗り換え候補の中から、元の追尾点に次に最も近い乗り換え候補が選択され、ステップS29において、その乗り換え候補が新たな追尾点とされる。その新たな追尾点について、再びステップS23以降の処理が繰り返される。
- [0086] 用意されているすべての乗り換え候補を新たな追尾点としても、追尾点の動きを推定することができなかった場合には、ステップS28において、乗り換え候補が選択できなかったと判定され、この通常処理は終了される。そして、図2のステップS2の例外処理に処理が進むことになる。
- [0087] 図6のステップS21の通常処理の初期化処理の詳細は、図7のフローチャートに示されている。
- [0088] ステップS41において、制御部19は、今の処理は例外処理からの復帰の処理であるのか否かを判定する。すなわち、ステップS2の例外処理を終了した後、再びステップS1の通常処理に戻ってきたのか否かが判定される。最初のフレームの処理においては、まだステップS2の例外処理は実行されていないので、例外処理からの復帰ではないと判定され、処理はステップS42に進む。ステップS42において、追尾点決定部17は、追尾点を追尾点指示の位置に設定する処理を実行する。すなわち、ユーザは、図示せぬマウス、その他の入力部を操作することで、制御部19に、入力画像の中の所定の点を追尾点として指示する。制御部19は、この指示に基づいて、追尾点決定部17を制御し、追尾点決定部17はこの指示に基づいて、ユーザが指定した

点を追尾点として設定する。なお、追尾点は、入力画像の中で、例えば、最も輝度の高い点が設定されるなど、他の方法により設定されるようにしてもよい。追尾点決定部17は、設定した追尾点の情報を領域推定関連処理部15に供給する。

[0089] ステップS43において、領域推定関連処理部15は、ステップS42の処理で設定された追尾点の位置に基づき、領域推定範囲を設定する。この領域推定範囲は、追尾点と同じ剛体上の点を推定する際の参照範囲であり、予め追尾点と同じ剛体部分が領域推定範囲の大部分を占めるように、より具体的には追尾点と同じ剛体部分に領域推定範囲の位置や大きさが追随するように設定することで、領域推定範囲の中で最も多数を占める動きを示す部分を追尾点と同じ剛体部分であると推定できるようにするためのものである。ステップS43では初期値として、例えば、追尾点を中心とする予め設定された一定の範囲が領域推定範囲とされる。

[0090] その後処理は、図3のステップS22に進むことになる。

[0091] 一方、ステップS41において、現在の処理が、ステップS2の例外処理からの復帰の処理であると判定された場合、ステップS44に進み、追尾点決定部17は、後述する図33のステップS303の処理で、テンプレートにマッチした位置に基づき追尾点と領域推定範囲を設定する。例えば、テンプレート上の追尾点とマッチした現フレーム上の点が追尾点とされ、その点から予め設定されている一定の範囲が領域推定範囲とされる。その後、処理は図3のステップS22に進む。

[0092] 以上の処理を図8を参照して説明すると次のようになる。すなわち、図7のステップS42において、例えば、図8に示されるように、フレーム $n-1$ の人の目502が追尾点501として指定されると、ステップS43において、追尾点501を含む所定の領域が領域推定範囲533として指定される。ステップS24において、領域推定範囲533の範囲内のサンプル点が次のフレームにおいて推定可能であるか否かが判定される。図8の例の場合、フレーム n の次のフレーム $n+1$ においては、領域推定範囲533のうち、左目502を含む図中左側半分の領域534がボール521で隠されているため、フレーム n の追尾点501の動きを、次のフレーム $n+1$ において推定することができない。そこで、このような場合においては、時間的に前のフレーム $n-1$ で乗り換え候補として予め用意されていた領域指定範囲533内(右目502を含む剛体としての顔504内)

の点の中から1つの点(例えば、顔504に含まれる左目503(正確には、その中の1つの画素))が選択され、その点がフレーム $n+1$ における、追尾点とされる。

- [0093] 領域推定関連処理部15は、図6のステップS26における領域推定関連処理を実行するために、図9に示されるような構成を有している。すなわち、領域推定関連処理部15の領域推定部41には、動き推定部12より動きベクトルと確度が入力され、背景動き推定部14より背景動きが入力され、そして追尾点決定部17より追尾点の位置情報が入力される。乗り換え候補抽出部42には、動き推定部12より動きベクトルと確度が供給される他、領域推定部41の出力が供給される。テンプレート作成部43には、入力画像が入力される他、領域推定部41の出力が入力される。
- [0094] 領域推定部41は、入力に基づいて、追尾点を含む剛体の領域を推定し、推定結果を乗り換え候補抽出部42とテンプレート作成部43に出力する。乗り換え候補抽出部42は入力に基づき乗り換え候補を抽出し、抽出した乗り換え候補を乗り換え候補保持部16へ供給する。テンプレート作成部43は入力に基づきテンプレートを作成し、作成したテンプレートをテンプレート保持部18へ供給する。
- [0095] 図10は、領域推定関連処理部15により実行される領域推定関連処理(図6のステップS26の処理)の詳細を表している。最初にステップS61において、領域推定部41により領域推定処理が実行される。その詳細は、図11のフローチャートを参照して後述するが、この処理により、追尾点が属する対象と同一の対象(追尾点と同期した動きをする剛体)に属すると推定される画像上の領域の点が領域推定範囲(後述する図17の領域推定範囲81)の点として抽出される。
- [0096] ステップS62において、乗り換え候補抽出部42により乗り換え候補抽出処理が実行される。その処理の詳細は、図23のフローチャートを参照して後述するが、領域推定部41により領域推定範囲として推定された範囲の点から乗り換え候補の点が抽出され、乗り換え候補保持部16に保持される。
- [0097] ステップS63においてテンプレート作成部43によりテンプレート作成処理が実行される。その詳細は、図24のフローチャートを参照して後述するが、この処理によりテンプレートが作成される。
- [0098] 次に、図11のフローチャートを参照して、図10のステップS61の領域推定処理の

詳細について説明する。

- [0099] 最初に、ステップS81において、領域推定部41は、追尾点と同一の対象に属すると推定される点の候補の点としてのサンプル点を決定する。
- [0100] このサンプル点は、例えば図12に示されるように、図中、白い四角形で示されるフレームの全画面における画素のうち、固定された基準点541を基準として、水平方向および垂直方向に、所定の画素数ずつ離れた位置の画素をサンプル点(図中、黒い四角形で表されている)とすることができる。図12の例においては、各フレームの左上の画素が基準点541とされ(図中基準点541は×印で示されている)、水平方向に5個、並びに垂直方向に5個ずつ離れた位置の画素がサンプル点とされる。すなわち、この例の場合、全画面中に分散した位置の画素がサンプル点とされる。また、この例の場合、基準点は、各フレーム n 、 $n+1$ において固定された同一の位置の点とされる。
- [0101] 基準点541は、例えば図13に示されるように、各フレーム n 、 $n+1$ 毎に異なる位置の点となるように、動的に変化させることもできる。
- [0102] 図12と図13の例においては、サンプル点の間隔が各フレームにおいて固定された値とされているが、例えば図14に示されるように、フレーム毎にサンプル点の間隔を可変とすることもできる。図14の例においては、フレーム n においては、サンプル点の間隔は5画素とされているのに対し、フレーム $n+1$ においては8画素とされている。このときの間隔の基準としては、追尾点と同一の対象に属すると推定される領域の面積を用いることができる。具体的には、領域推定範囲の面積が狭くなれば間隔も短くなる。
- [0103] あるいはまた、図15に示されるように、1つのフレーム内においてサンプル点の間隔を可変とすることもできる。このときの間隔の基準としては、追尾点からの距離を用いることができる。すなわち、追尾点に近いサンプル点ほど間隔が小さく、追尾点から遠くなるほど間隔が大きくなる。
- [0104] 以上のようにしてサンプル点が決定されると、次にステップS82において、領域推定部41は、領域推定範囲(図7のステップS43、S44の処理、または、後述する図16のステップS106、S108の処理で決定されている)内のサンプル点の動きを推定す

る処理を実行する。すなわち、領域推定部41は、動き推定部12より供給された動きベクトルに基づいて、領域推定範囲内のサンプル点に対応する次のフレームの対応する点を抽出する。

- [0105] ステップS83において、領域推定部41は、ステップS82の処理で推定したサンプル点のうち、確度が予め設定されている閾値より低い動きベクトルに基づく点を対象外とする処理を実行する。この処理に必要な動きベクトルの確度は、動き推定部12より供給される。これにより、領域推定範囲内のサンプル点のうち、確度が高い動きベクトルに基づいて推定された点だけが抽出される。
- [0106] ステップS84において、領域推定部41は、領域推定範囲内の動き推定結果での全画面動きを抽出する。全画面動きとは、同一の動きに対応する領域を考え、その面積が最大となる動きのことを意味する。具体的には、各サンプル点の動きに、そのサンプル点におけるサンプル点間隔に比例する重みを付けて動きのヒストグラムを生成し、この重み付け頻度が最大となる1つの動き(1つの動きベクトル)が全画面動きとして抽出される。なお、ヒストグラムを生成する場合、例えば、動きの代表値を画素精度で準備し、画素精度で1異なる値を持つ動きについてもヒストグラムへの加算を行うようにすることもできる。
- [0107] ステップS85において、領域推定部41は、全画面動きを持つ領域推定範囲内のサンプル点を領域推定の結果として抽出する。この場合における全画面動きを持つサンプル点としては、全画面動きと同一の動きを持つサンプル点はもちろんのこと、全画面動きとの動きの差が予め設定されている所定の閾値以下である場合には、そのサンプル点もここにおける全画面動きを持つサンプル点とすることも可能である。
- [0108] このようにして、ステップS43, S44, S106, S108の処理で決定された領域推定範囲内のサンプル点のうち、全画面動きを有するサンプル点が、追尾点と同一対象に属すると推定される点として最終的に抽出(生成)される。
- [0109] 次に、ステップS86において、領域推定部41は、領域推定範囲の更新処理を実行する。その後、処理は、図6のステップS22に進む。
- [0110] 図16は、図11のステップS86の領域推定範囲の更新処理の詳細を表している。ステップS101において、領域推定部41は、領域の重心を算出する。この領域とは、図

11のステップS85の処理で抽出されたサンプル点で構成される領域(追尾点と同一対象に属すると推定される点で構成される領域)を意味する。すなわち、この領域には1つの動きベクトル(全画面動き)が対応している。例えば、図17Aに示されるように、図中白い四角形で示されるサンプル点のうち、領域推定範囲81内のサンプル点の中から、図11のステップS85の処理で全画面動きを持つサンプル点として、図17Aにおいて黒い四角形で示されるサンプル点が抽出され、そのサンプル点で構成される領域が、領域82として抽出(推定)される。そして、領域82の重心84がさらに算出される。具体的には、各サンプル点にサンプル点間隔の重みを付けたサンプル点重心が領域の重心として求められる。この処理は、現フレームにおける領域の位置を求めるという意味を有する。

[0111] 次にステップS102において、領域推定部41は、領域の重心を全画面動きによりシフトする処理を実行する。この処理は、領域推定範囲81を領域の位置の動きに追従させ、次フレームにおける推定位置に移動させるという意味を有する。図17Bに示されるように、現フレームにおける追尾点83が、その動きベクトル88に基づいて次フレームにおいて追尾点93として出現する場合、全画面動きの動きベクトル90が追尾点の動きベクトル88にほぼ対応しているので、現フレームにおける重心84を動きベクトル(全画面動き)90に基づいてシフトすることで、追尾点93と同一のフレーム(次フレーム)上の点94が求められる。この点94を中心として領域推定範囲91を設定すれば、領域推定範囲81を領域82の位置の動きに追従させて、次のフレームにおける推定位置に移動させることになる。

[0112] ステップS103において、領域推定部41は、領域推定結果に基づき、次の領域推定範囲の大きさを決定する。具体的には、領域と推定された全てのサンプル点に関するサンプル点の間隔(図17Aにおける領域82の中の黒い四角形で示される点の間隔)の2乗和を領域82の面積と見なし、この面積よりも少し大きめの大きさとなるように、次フレームにおける領域推定範囲91の大きさが決定される。すなわち、領域推定範囲91の大きさは、領域82の中のサンプル点の数が多ければ広くなり、少なければ狭くなる。このようにすることで、領域82の拡大縮小に追従することができるばかりでなく、領域推定範囲81内の全画面領域が追尾対象の周辺領域となるのを防ぐこと

ができる。

- [0113] 図11のステップS84で抽出された全画面動きが、背景動きと一致する場合には、動きにより背景と追尾対象を区別することができない。そこで、背景動き推定部14は背景動き推定処理を常に行っており(その詳細は、図49を参照して後述する)、ステップS104において、領域推定部41は、背景動き推定部14より供給される背景動きと、図11のステップS84の処理で抽出された全画面動きとが一致するか否かを判定する。全画面動きと背景動きが一致する場合には、ステップS105において、領域推定部41は、次の領域推定範囲の大きさを、今の領域推定範囲の大きさが最大となるように制限する。これにより、背景が追尾対象として誤認識され、領域推定範囲の大きさが拡大してしまうようなことが抑制される。
- [0114] ステップS104において、全画面動きと背景動きが一致しないと判定された場合には、ステップS105の処理は必要がないのでスキップされる。
- [0115] 次に、ステップS106において、領域推定部41は、シフト後の領域重心を中心として次の領域推定範囲の大きさを決定する。これにより、領域推定範囲が、その重心が既に求めたシフト後の領域重心と一致し、かつ、その大きさが領域の広さに比例するように決定される。
- [0116] 図17Bの例では、領域推定範囲91が、動きベクトル(全画面動き)90に基づくシフト後の重心94を中心として、領域82の面積に応じた広さに決定されている。
- [0117] 領域推定範囲91内での全画面動きを有する領域が追尾対象(例えば、図8の顔504)の領域であることを担保する(確実にする)必要がある。そこで、ステップS107において、領域推定部41は、追尾点が次の領域推定範囲に含まれるか否かを判定し、含まれていない場合には、ステップS108において、追尾点を含むように次の領域推定範囲をシフトする処理を実行する。追尾点が次の領域推定範囲に含まれている場合には、ステップS108の処理は必要がないのでスキップされる。
- [0118] この場合における具体的なシフトの方法としては、移動距離が最小となるようにする方法、シフト前の領域推定範囲の重心から追尾点に向かうベクトルに沿って追尾点が含まれるようになる最小距離だけ移動する方法などが考えられる。
- [0119] なお、追尾のロバスト性を重視するために、領域に追尾点を含むようにするための

シフトを行わない方法も考えられる。

- [0120] 図17Cの例においては、領域推定範囲91が追尾点93を含んでいないので、領域推定範囲101として示される位置(追尾点93をその左上に含む位置)に領域推定範囲91がシフトされる。
- [0121] 図17A乃至図17Cは、ステップS108のシフト処理が必要な場合を示しているが、図18A乃至図18Cは、ステップS108のシフト処理が必要でない場合(ステップS107において追尾点が次の領域推定範囲に含まれると判定された場合)の例を表している。
- [0122] 図18A乃至図18Cに示されるように、領域推定範囲81内のすべてのサンプル点が領域の点である場合には、図16のステップS108のシフト処理が必要なくなることになる。
- [0123] 図17A乃至図17Cと図18A乃至図18Cは、領域推定範囲が矩形である例を示したが、図19A乃至図19Cと図20A乃至図20Cに示されるように、領域推定範囲は円形とすることも可能である。図19A乃至図19Cは、図17A乃至図17Cに対応する図であり、ステップS108のシフト処理が必要である場合を表し、図20A乃至図20Cは図18A乃至図18Cに対応する図であり、ステップS108のシフト処理が必要でない場合を表している。
- [0124] 以上のようにして、図16(図11のステップS86)の領域推定範囲の更新処理により、次フレームのための領域推定範囲の位置と大きさが追尾点を含むように決定される。
- [0125] 図16の領域推定範囲の更新処理においては、領域推定範囲を矩形または円形の固定形状としたが、可変形状とすることも可能である。この場合における図11のステップS86における領域推定範囲の更新処理の例について、図21を参照して説明する。
- [0126] ステップS131において、領域推定部41は、図11のステップS84の処理で抽出された全画面動きと背景動き推定部14により推定された背景動きとが一致するか否かを判定する。両者の動きが一致しない場合には、ステップS133に進み、領域推定部41は、領域(全画面動きと一致する画素で構成される領域)と推定されたすべての点

につき、それぞれに対応する小領域を決定する(1個の点に対して1個の小領域を決定する)。

図22Aと図22Bの例においては、領域推定範囲161のうち、図中黒い四角形で示される領域の点に対応する小領域171, 172が決定される。図中171は4つの点に対応する4つの小領域が重なりあった例を表示している。小領域の大きさは、例えば、サンプル点の間隔に比例するように決定してもよい。

[0127] 次に、ステップS134において、領域推定部41は、ステップS133の処理で決定した各小領域の和の領域を暫定領域推定範囲とする。図22Cの例においては、小領域171と小領域172の和の領域181が暫定領域推定範囲とされる。小領域の和をとった結果、不連続な複数の領域が形成される場合には、その中の最大面積を持つ領域のみを暫定領域推定範囲とすることもできる。

[0128] ステップS131において、全画面動きと背景動きとが一致すると判定された場合には、ステップS132において、領域推定部41は、現在の領域推定範囲を暫定領域推定範囲とする。現在の領域推定範囲を暫定推定領域範囲とするのは、背景動き推定の結果と全画面動きが一致する場合には、動きにより背景と追尾対象を区別することができないので、現在の領域推定範囲を変更しないようにするためである。

[0129] ステップS134またはステップS132の処理の後、ステップS135において領域推定部41は、ステップS134またはステップS132で決定された暫定領域推定範囲の全画面動きによるシフトで、次の領域推定範囲を決定する。図22Cの例においては、暫定領域推定範囲181が全画面動きによる動きベクトル183に基づいてシフトされ、暫定領域推定範囲182とされている。

[0130] ステップS136において、領域推定部41は、追尾点がステップS135の処理で決定された次の領域推定範囲に含まれるか否かを判定し、含まれない場合には、ステップS137に進み、追尾点を含むように次の領域推定範囲をシフトする。図22Cと図22Dの例においては、領域推定範囲182が追尾点184を含んでいないので、追尾点184を左上に含むようにシフトされ、領域推定範囲191とされている。

[0131] ステップS136において、追尾点が次の領域推定範囲に含まれると判定された場合には、ステップS137のシフト処理は必要ないのでスキップされる。

- [0132] 次に図10のステップS62における乗り換え候補抽出処理について、図23のフローチャートを参照して説明する。
- [0133] ステップS161において、乗り換え候補抽出部42は、全画面動きの領域と推定されたすべての点につき、それぞれに対応する推定動きでの点のシフト結果を乗り換え候補として保持する。すなわち、領域推定結果として得られた点をそのまま用いるのではなく、それらを次のフレームでの使用のために、それぞれの動き推定結果に基づきシフトされた結果を抽出する処理が行われ、その抽出された乗り換え候補が、乗り換え候補保持部16に供給され、保持される。
- [0134] この処理を図8を参照して説明すると、次のようになる。すなわち、図8の例において、フレーム $n-1$ 、 n では追尾点501が存在するが、フレーム $n+1$ においては、図中左側から飛んできたボール521により隠されてしまい、追尾点501が存在しない。そこでフレーム $n+1$ において、追尾点を追尾対象としての顔504上の他の点(例えば、左目503(実際には右目502にもっと近接した点))に乗り換える必要が生じる。そこで、乗り換えが実際に必要になる前のフレームで、乗り換え候補を予め用意しておくのである。
- [0135] 具体的には、図8の例の場合、フレーム n からフレーム $n+1$ への領域推定範囲533内での動き推定結果は、領域推定範囲533において乗り換えが必要なことから、正しく推定できない確率が高いことが予想される。すなわち、図8の例では、乗り換えが追尾点と、それと同一の対象物の一部が隠れることに起因して起きる。その結果、フレーム n での領域推定範囲533のうち、フレーム $n+1$ で対象が隠れる部分(図8において影を付した部分)534については、動きが正しく推定されず、動きの確度が低いことが推定されるか、または確度が低くないと推定され、かつ、動き推定結果としては意味のないものが得られることになる。
- [0136] このような場合には、領域推定の際に用いることが可能な動き推定結果が減少する、あるいは誤った動き推定結果が混入するなどの理由で、領域推定が誤る可能性が高まる。一方、このような可能性は、一般的に、より時間的に前のフレーム $n-1$ からフレーム n の間での領域推定においては、フレーム n からフレーム $n+1$ の間での推定に比較して低くなることが予想される。

- [0137] そこで、リスク低減のため、領域推定結果をそのまま用いるのではなく、前のフレーム $n-1$ （あるいは、時間的にもっと前のフレーム）で求めた領域推定結果を、その次のフレームでの移動先の乗り換え候補として用いるのが性能向上の上で望ましい。
- [0138] ただし、領域推定結果をそのまま用いることも可能である。この場合の処理については、図38を参照して説明する。
- [0139] 図24は、図10のステップS63におけるテンプレート作成処理の詳細を表している。ステップS181においてテンプレート作成部43は、領域（全画面動きの領域）と推定されたすべての点につき、それぞれに対応する小領域決定する。図25の例においては、領域の点221に対応して小領域222が決定されている。
- [0140] ステップS182において、テンプレート作成部43は、ステップS181の処理で決定された小領域の和の領域をテンプレート範囲に設定する。図25の例においては、小領域222の和の領域がテンプレート範囲231とされている。
- [0141] 次にステップS183において、テンプレート作成部43は、ステップS182において設定したテンプレート範囲の情報と画像情報からテンプレートを作成し、テンプレート保持部18に供給し、保持させる。具体的には、テンプレート範囲231内の画素データがテンプレートとされる。
- [0142] 図26では、領域の点221に対応する小領域241が、図25における小領域222に較べてより大きな面積とされている。その結果、小領域241の和の領域のテンプレート範囲251も、図25のテンプレート範囲231に較べてより広がっている。
- [0143] 小領域の大きさは、サンプル点の間隔に比例させることが考えられるが、その際の比例定数は、面積がサンプル点間隔の自乗になるように決めることもできるし、それより大きくまたは小さく決めることも可能である。
- [0144] なお、領域推定結果を用いず、例えば追尾点を中心とする固定の大きさや形状の範囲をテンプレート範囲として用いることも可能である。
- [0145] 図27は、テンプレートと領域推定範囲の位置関係を表している。テンプレート範囲303には、追尾点305が含まれている。テンプレート範囲303に外接する外接矩形301の図中左上の点がテンプレート基準点304とされている。テンプレート基準点304から追尾点305に向かうベクトル306、並びにテンプレート基準点304から領域推定

範囲302の図中左上の基準点308に向かうベクトル307が、テンプレート範囲303の情報とされる。テンプレートは、テンプレート範囲303に含まれる画素で構成される。ベクトル306, 307は、テンプレートと同じ画像が検出された際の通常処理への復帰に用いられる。

- [0146] 以上の処理においては、乗り換え候補の場合と異なり、範囲、画素ともに、現フレームに対応するものをテンプレートとする例を説明したが、乗り換え候補の場合と同様に、次フレームでの移動先をテンプレートとして用いることも可能である。
- [0147] 以上のようにして、追尾点を含む画素データからなるテンプレートが乗り換え候補と同様に、通常処理中に、予め作成される。
- [0148] 図6のステップS26における領域推定関連処理は、領域推定関連処理部15を、例えば図28に示されるように構成することで処理することも可能である。
- [0149] この場合においても、領域推定関連処理部15は、図9における場合と同様に、領域推定部41、乗り換え候補抽出部42、およびテンプレート作成部43により構成されるが、この実施の形態の場合、領域推定部41には、追尾点決定部17より追尾点の情報と入力画像が入力される。乗り換え候補抽出部42には、領域推定部41の出力のみが供給されている。テンプレート作成部43には、領域推定部41の出力と入力画像とが供給されている。
- [0150] この場合においても、基本的な処理は、図10に示される場合と同様に、ステップS61において、領域推定処理が行われ、ステップS62において、乗り換え候補抽出処理が行われ、ステップS63において、テンプレート作成処理が行われる。このうちのステップS63のテンプレート作成処理は、図24に示した場合と同様であるので、ステップS61の領域推定処理と、ステップS62の乗り換え候補抽出処理についてのみ以下に説明する。
- [0151] 最初に、図29のフローチャートを参照して、ステップS61における領域推定処理の詳細について説明する。ステップS201において、図28の領域推定部41は、追尾点と同一対象に属する画像上の領域を推定するためにサンプル点を決定する。この処理は、図11のステップS81の処理と同様の処理である。
- [0152] ただし、このステップS201の処理において対象とされるフレームは、追尾点を求め

終わったフレーム(追尾後の追尾点を含むフレーム)であり、この点、図11のステップS81においてサンプル点を求めるフレームが前フレームであるのと異なる。

- [0153] 次に、このステップS202において、領域推定部41は、次フレーム(ステップS201でサンプル点を決定したフレーム)の画像に空間方向のローパスフィルタを施す処理を実行する。すなわちローパスフィルタを施すことにより、高周波成分が除去され、画像が平滑化される。これにより、次のステップS203における同色領域の成長処理が容易になる。
- [0154] 次に、ステップS203において、領域推定部41は、追尾点を出発点として、画素値の差分が閾値THimg未満であるという条件で、追尾点の同色領域を成長させ、同色領域に含まれるサンプル点を領域の推定結果とする処理を実行する。領域の推定結果としては、成長させた結果の同色領域に含まれるサンプル点を利用される。
- [0155] 具体的には、例えば図30Aに示されるように、追尾点321に隣接する8個の方向の画素の画素値が読み取られる。すなわち、上方向、右上方向、右方向、右下方向、下方向、左下方向、左方向、および左上方向の8つの方向に隣接する画素の画素値が読み取られる。読み取られた画素値と追尾点321の画素値との差分が演算される。そして、演算された差分値が閾値THimg以上であるか否かが判定される。図30Aの場合、矢印を付して示される方向の画素値、すなわち上方向、右上方向、下方向、左方向、および左上方向の画素値と追尾点321の差分が閾値THimg未満であり、図中矢印を付さずに示されている方向、すなわち右方向、右下方向、および左下方向の画素値と追尾点321の差分が閾値THimg以上であったとされる。
- [0156] この場合、図30Bに示されるように、差分が閾値THimg未満である画素(図30Aにおいて、追尾点321に対して矢印で示される方向の画素)が追尾点321と同色領域の画素322として登録される。同様の処理が同色領域に登録された各画素322において行われる。図30Bに示される例では、図中左上の白い円で示される画素322とそれに隣接する画素(既に同色領域であるとの判定が行われた画素を除く)の画素値の差分が演算され、その差分が閾値THimg以上であるか否かが判定される。図30Bの例においては、右方向、右下方向、および下方向の画素は、既に同色領域の判定処理が終了している方向なので、上方向、右上方向、左下方向、左方向、および

左上方向においての差分が演算される。そして、この例では、上方向、右上方向、および左上方向の3つの方向の差分が閾値THimg未満とされ、図30Cに示されるように、その方向の画素が追尾点321と同色領域の画素として登録される。

[0157] 以上のような処理が順次繰り返されることで、図31に示されるように、サンプル点のうち、同色領域331に含まれる点が追尾点321と同一対象物上の点として推定される。

[0158] 図29に示される領域推定処理(図10のステップS61)に続いて、図28の乗り換え候補抽出部42において実行される図10のステップS62の乗り換え候補抽出処理は、図32のフローチャートに示されるようになる。

[0159] すなわち、ステップS231において、乗り換え候補抽出部42は、領域(同色領域)と推定されたすべての点をそのまま乗り換え候補とし、それを乗り換え候補保持部16に供給し、保持させる。

[0160] 図28の領域推定関連処理部15において、図29の領域推定処理(図10のステップS61)、図32の乗り換え候補抽出処理(図10のステップS62)に引き続き、図28のテンプレート作成部43で実行される図10のステップS63のテンプレート作成処理は、図24に示される場合と同様であるので、その説明は省略する。

[0161] ただし、この場合においては、追尾点の同色領域をそのままテンプレートの範囲とすることも可能である。

[0162] 以上に説明した図2のステップS1の通常処理に続いて行われるステップS2の例外処理の詳細について、図33のフローチャートを参照して説明する。この処理は、上述したように、図6のステップS24において追尾点の動きを推定することが不可能と判定され、さらにステップS28において追尾点を乗り換える乗り換え候補が選択できなかったと判定された場合に実行されることになる。

[0163] ステップS301において、制御部19は、例外処理の初期化処理を実行する。この処理の詳細は図34のフローチャートに示されている。

[0164] ステップS321において、制御部19は、追尾点の追尾ができなくなった際(追尾点の動きを推定することが不可能かつ、追尾点を乗り換える乗り換え候補が選択できなかった際)にシーンチェンジが起きていたか否かを判定する。シーンチェンジ検出部

13は、動き推定部12の推定結果に基づいてシーンチェンがあったか否かを常に監視しており、制御部19は、そのシーンチェンジ検出部13の検出結果に基づいて、ステップS321の判定を実行する。シーンチェンジ検出部13の具体的処理については、図50と図51を参照して後述する。

- [0165] シーンチェンジが起きている場合、追尾ができなくなった理由がシーンチェンジが発生したことによるものと推定して、ステップS322において制御部19は、モードをシーンチェンジに設定する。これに対して、ステップS321においてシーンチェンジが発生していないと判定された場合には、制御部19は、ステップS323においてモードをその他のモードに設定する。
- [0166] ステップS322またはステップS323の処理の後、ステップS324においてテンプレートマッチング部11は、時間的に最も古いテンプレートを選択する処理を実行する。具体的には、図35に示されるように、例えばフレーム n からフレーム $n+1$ に移行するとき、例外処理が実行されるものとする、フレーム $n-m+1$ からフレーム n に関して生成され、テンプレート保持部18に保持されている m 個のフレームのテンプレートの中から、時間的に最も古いテンプレートであるフレーム $n-m+1$ に関して生成されたテンプレートが選択される。
- [0167] このように例外処理への移行直前のテンプレート(図35の例の場合フレーム n に関して生成されたテンプレート)を用いずに、時間的に少し前のテンプレートを選択するのは、追尾対象のオクルージョンなどで例外処理への移行が発生した場合には、移行の直前には追尾対象が既にかなり隠れており、その時点のテンプレートでは、追尾対象を十分に大きく捉えることができない可能性が高いからである。従って、このように時間的に若干前のフレームにおけるテンプレートを選択することで、確実な追尾が可能となる。
- [0168] 次に、ステップS325において、テンプレートマッチング部11は、テンプレート探索範囲を設定する処理を実行する。テンプレート探索範囲は、例えば、例外処理に移行する直前の追尾点の位置がテンプレート探索範囲の中心となるように設定される。
- [0169] すなわち、図36に示されるように、フレーム n において被写体の顔504の右目502が追尾点501として指定されている場合において、図中左方向からボール521が飛

んできて、フレーム $n+1$ において追尾点501を含む顔504が隠れ、フレーム $n+2$ において、再び追尾点501が現れる場合を想定する。この場合において、追尾点501(テンプレート範囲311に含まれる)を中心とする領域がテンプレート探索範囲312として設定される。

- [0170] ステップS326において、テンプレートマッチング部11は、例外処理への移行後の経過フレーム数およびシーンチェンジ数を0にリセットする。このフレーム数とシーンチェンジ数は、後述する図33のステップS305における継続判定処理(図37のステップS361, S363, S365, S367)において使用される。
- [0171] 以上のようにして、例外処理の初期化処理が終了した後、図33のステップS302において、制御部19は次のフレームを待つ処理を実行する。ステップS303において、テンプレートマッチング部11は、テンプレート探索範囲内においてテンプレートマッチング処理を行う。ステップS304においてテンプレートマッチング部11は、通常処理への復帰が可能であるか否かを判定する。
- [0172] 具体的には、テンプレートマッチング処理により、数フレーム前のテンプレート(図36のテンプレート範囲311内の画素)と、テンプレート探索範囲内のマッチング対象の画素の差分の絶対値和が演算される。より詳細には、テンプレート範囲311内の所定のブロックと、テンプレート探索範囲内の所定のブロックにおけるそれぞれの画素の差分の絶対値和が演算される。ブロックの位置がテンプレート範囲311内で順次移動され、各ブロックの差分絶対値和が加算され、そのテンプレートの位置における値とされる。そして、テンプレートをテンプレート探索範囲内で順次移動させた場合における差分の絶対値和が最も小さくなる位置とその値が検索される。ステップS304において、最小の差分の絶対値和が、予め設定されている所定の閾値と比較される。差分の絶対値和が閾値以下である場合には、追尾点(テンプレートに含まれている)を含む画像が再び出現したことになるので、通常処理への復帰が可能であると判定され、処理は図2のステップS1の通常処理に戻る。
- [0173] そして上述したように、図7のステップS41において、例外処理からの復帰であると判定され、ステップS44において、差分絶対値和が最小となる位置をテンプレートのマッチした位置として、このマッチした位置とテンプレートに対応して保持してあった

テンプレート位置と追尾点領域推定範囲の位置関係から、追尾点と領域推定範囲の設定が行われる。すなわち、図27を参照して説明したように、追尾点305を基準とするベクトル306、307に基づいて、領域推定範囲302が設定される。

[0174] ただし、図10のステップS61の領域推定処理において、領域推定範囲を用いない手法を用いる場合(例えば、図29に示される領域推定処理が用いられる場合)には、領域推定範囲の設定は行われない。

[0175] 図33のステップS304における通常処理への復帰が可能であるか否かの判定は、最小の差分絶対値和をテンプレートのアクティビティで除算して得られる値を閾値と比較することで行うようにしてもよい。この場合におけるアクティビティは、後述する図43のアクティビティ算出部602により、図49のステップS532において算出された値を用いることができる。

[0176] あるいはまた、今回の最小の差分絶対値和を1フレーム前における最小の差分絶対値和で除算することで得られた値を所定の閾値と比較することで、通常処理への復帰が可能であるか否かを判定するようにしてもよい。この場合、アクティビティの計算が不要となる。

[0177] すなわち、ステップS304では、テンプレートとテンプレート探索範囲の相関が演算され、相関値と閾値の比較に基づいて判定が行われる。

[0178] ステップS304において、通常処理への復帰が可能ではないと判定された場合、ステップS305に進み、継続判定処理が実行される。継続判定処理の詳細は、図37のフローチャートを参照して後述するが、これにより、追尾処理が継続可能であるか否かの判定が行われる。

[0179] ステップS306において、制御部19は、追尾点の追尾が継続可能であるか否かを継続判定処理の結果に基づいて(後述する図37のステップS366、S368で設定されたフラグに基づいて)判定する。追尾点の追尾処理が継続可能である場合には、処理はステップS302に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。すなわち、追尾点が再び出現するまで待機する処理が繰り返し実行される。

[0180] これに対して、ステップS306において、追尾点の追尾処理が継続可能ではないと判定された場合(後述する図37のステップS365で、追尾点が消滅した後の経過フレ

ーム数が閾値THfr以上と判定されるか、または、ステップS367でシーンチェンジ数が閾値THsc以上と判定された場合)、最早、追尾処理は不可能として、追尾処理は終了される。

- [0181] 図37は、図33のステップS305における継続判定処理の詳細を表している。ステップS361において、制御部19は、変数としての経過フレーム数に1を加算する処理を実行する。経過フレーム数は、図33のステップS301の例外処理の初期化処理(図34のステップS326)において、予め0にリセットされている。
- [0182] 次にステップS362において、制御部19は、シーンチェンジがあるか否かを判定する。シーンチェンジがあるか否かは、シーンチェンジ検出部13が、常にその検出処理を実行しており、その検出結果に基づいて判定が可能である。シーンチェンジがある場合には、ステップS363に進み、制御部19は変数としてのシーンチェンジ数に1を加算する。このシーンチェンジ数も、図34のステップS326の初期化処理において0にリセットされている。通常処理から例外処理への移行時にシーンチェンジが発生していない場合には、ステップS363の処理はスキップされる。
- [0183] 次に、ステップS364において、制御部19は、現在設定されているモードがシーンチェンジであるか否かを判定する。このモードは、図34のステップS322、S323において設定されたものである。現在設定されているモードがシーンチェンジである場合には、ステップS367に進み、制御部19は、シーンチェンジ数が予め設定されている閾値THscより小さいか否かを判定する。シーンチェンジ数が閾値THscより小さい場合には、ステップS366に進み、制御部19は継続可のフラグを設定し、シーンチェンジ数が閾値THsc以上である場合には、ステップS368に進み、継続不可のフラグを設定する。
- [0184] 一方、ステップS364において、モードがシーンチェンジではないと判定された場合(モードがその他であると判定された場合)、ステップS365に進み、制御部19は、経過フレーム数が閾値THfrより小さいか否かを判定する。この経過フレーム数も、図32の例外処理の初期化処理のステップS326において、予め0にリセットされている。経過フレーム数が閾値THfrより小さいと判定された場合には、ステップS366において、継続可のフラグが設定され、経過フレーム数が閾値THfr以上であると判定された場

合には、ステップS368において、継続不可のフラグが設定される。

- [0185] このように、テンプレートマッチング処理時におけるシーンチェンジ数が閾値THsc以上になるか、または経過フレーム数が閾値THfr以上になった場合には、それ以上の追尾処理は不可能とされる。
- [0186] なお、モードがその他である場合には、シーンチェンジ数が0であるという条件も加えて、継続が可能であるか否かを判定するようにしてもよい。
- [0187] 以上においては、画像のフレームを処理単位とし、すべてのフレームを用いることを前提としたが、フィールド単位で処理したり、すべてのフレームまたはフィールドを利用するのではなく、所定の間隔で間引いて抽出されたフレームまたはフィールドを用いるようにすることも可能である。
- [0188] また、以上においては、乗り換え候補として、推定した領域内の点の移動先を用いるようにしたが、領域内の点をそのまま用いるようにすることも可能である。この場合、図2のステップS1の通常処理は、図6の処理に代えて、図38の処理に変更される。
- [0189] 図38のステップS401乃至ステップS410の処理は、基本的に図6のステップS21乃至ステップS29の処理と同様の処理であるが、図6のステップS22に対応する図38のステップS402の次のフレームを待つ処理の次に、ステップS403の領域推定関連処理が挿入されている点と、図6におけるステップS26における領域推定関連処理に代えて、ステップS407の領域推定範囲の更新処理が実行される点が異なっている。その他の処理は、図6における場合と同様であるので、その説明は省略する。
- [0190] 図38のステップS403の領域推定関連処理の詳細は、図10を参照して説明した場合と同様となり、ステップS407の領域推定範囲の更新処理は、図16を参照して説明した場合と同様の処理となる。
- [0191] 通常処理を、図38のフローチャートに示されるように実行した場合における、ステップS403の領域推定関連処理(図10の領域推定関連処理)の領域推定処理(図10のステップS61における領域推定処理)は、図39のフローチャートに示されるようになる。
- [0192] そのステップS431乃至ステップS435の処理は、基本的に図11のステップS81乃至ステップS86の処理と同様の処理となる。ただし、図11のステップS86における領

領域推定範囲の更新処理が図39においては省略されている。その他の処理は、図11における場合と同様である。すなわち、領域推定範囲の更新処理は、図38のステップS407において実行されるため、図39の領域推定処理では不要とされるのである。

- [0193] さらに、図38の通常処理を行う場合におけるステップS403の領域推定関連処理(図10の領域推定関連処理)の乗り換え候補抽出処理(図10のステップS62における乗り換え候補抽出処理)は、図40に示されるようになる。このステップS451の処理は、図32におけるステップS231の乗り換え候補抽出処理と同様の処理となる。
- [0194] 以上のように、通常処理を図38のフローチャートに示されるように行った場合と、図6に示されるように行った場合とにおける処理の違いを説明すると、図41と図42に示されるようになる。
- [0195] 図6のフローチャートに示される通常処理を行った場合には、図41に示されるように、フレーム n において、領域推定範囲81内の図中黒い四角形で示される点551により領域82が構成されているとすると、次のフレーム $n+1$ において、前のフレーム n における領域82の各点551をそれぞれの動きベクトル553に基づいてシフトした位置におけるフレーム $n+1$ 上の点552が乗り換え候補とされる(図23のステップS161の処理)。
- [0196] 各点551の動きベクトル553は、全画面動きの動きベクトルと同じになることもあるが、全画面動きと同じ動きとみなす精度によっては各点の推定動きに多少のばらつきがでる。例えば、水平方向、垂直方向とも、 ± 1 画素の違いは同じとみなすとする、 $(0, 0)$ の動きには、 $(-1, 1)$ や $(1, 0)$ の動きも含まれる。この場合、全画面動きが $(0, 0)$ であったとしても、各点551が、 $(-1, 1)$ 、 $(1, 0)$ 等の動きを持っているときは、それぞれの動きの分だけシフトされる。移動先の点をそのまま乗り換え候補として用いるのではなく、予め求められたサンプル点のうち、最も近い点を乗り換え候補とすることも可能である。勿論、処理負荷軽減のため、各点551を、全画面動きの分だけシフトしてもよい。
- [0197] これに対して、通常処理を図38のフローチャートに示されるように実行した場合においては、図42に示されるように、フレーム n における領域推定範囲81内の点561が乗り換え候補とされる。

- [0198] 次に、図43を参照して、図1の動き推定部12の構成例について説明する。この動き推定部12は、動きベクトル検出部606-1、および動きベクトル確度算出部606-2により構成されている。実施の形態においては、入力画像が、評価値算出部601、アクティビティ算出部602、および動きベクトル検出部606-1に供給されている。
- [0199] 動きベクトル検出部606-1は、入力画像から動きベクトルを検出し、検出した動きベクトルと入力画像を動きベクトル確度算出部606-2に供給する。また、動きベクトル検出部606-1は、入力画像が既に動きベクトルを含む場合、画像データと動きベクトルを分離して、動きベクトル確度算出部606-2に供給する。画像データとその動きベクトルが既に分離された状態で入力される場合、動きベクトル検出部606-1は省略することができる。
- [0200] 動きベクトル確度算出部606-2は、入力された入力画像(画像データ)に基づいて、対応する動きベクトルの確度(以下、動きベクトル確度と称する)を演算し、得られた確度を動きベクトル検出部606-1より供給された動きベクトルとともに出力する。
- [0201] この実施の形態においては、動きベクトル確度算出部606-2は、評価値算出部601、アクティビティ算出部602、および演算部606-3により構成されている。演算部606-3は、閾値判定部603、正規化処理部604、および統合処理部605により構成されている。
- [0202] 図43の動きベクトル検出部606-1から出力された動きベクトルが、評価値算出部601に入力され、入力画像(画像データ)が、評価値算出部601とアクティビティ算出部602に入力されている。
- [0203] 評価値算出部601は、入力画像の評価値を算出し、演算部606-3の正規化処理部604に供給する。アクティビティ算出部602は、入力画像のアクティビティを算出し、演算部606-3の閾値判定部603と正規化処理部604に供給する。
- [0204] 正規化処理部604は、評価値算出部601より供給された評価値を、アクティビティ算出部602より供給されたアクティビティに基づいて正規化し、得られた値を統合処理部605に供給する。閾値判定部603は、アクティビティ算出部602より供給されたアクティビティを所定の閾値と比較し、その判定結果を統合処理部605に供給する。統合処理部605は、正規化処理部604から供給された正規化情報と、閾値判定部6

03より供給された判定結果に基づいて、動きベクトル確度を演算し、得られた動きベクトル確度を装置に出力する。このとき、ベクトル検出部606-1より供給された動きベクトルも一緒に出力するようにしてもよい。

- [0205] 次に図44のフローチャートを参照して、動き推定部12の動き演算処理の詳細について説明する。動きベクトル検出部606-1は、ステップS501において、入力画像を取得し、ステップS502で、入力画像のフレームを所定のブロックに分割し、ステップS503で、時間的に後(または前)のフレームと比較することで動きベクトルを検出する。具体的には、ブロックマッチング法により動きベクトルが検出される。検出された動きベクトルは、評価値算出部601に供給される。
- [0206] 以上の処理を図45乃至図48を参照して説明すると次のようになる。すなわち、図44のステップS501において、例えば、図45に示されるように、フレーム F_1 (第1フレーム)乃至フレーム F_N (第Nフレーム)のN個のフレームが順次取得されると、ステップS502において、1つのフレームの画像が一辺 $2L+1$ 画素の正方形のブロックに分割される。ここで、分割されたフレーム F_n の任意のブロックをブロック B_p とし、図46に示されるように、ブロック B_p の中心座標(画素)を点 $P(X_p, Y_p)$ とする。
- [0207] 次にステップS503において、例えば、図47に示されるように、フレーム F_n の次のフレームであるフレーム F_{n+1} において、ブロック B_p をフレーム F_{n+1} 上の所定の走査範囲内で走査させながら、対応する画素の差分絶対値和が最小となる位置が調べられ、その値が最小となる位置のブロック(ブロック B_q)が検出される。その中心点 $Q(X_q, Y_q)$ がブロック B_p の点 $P(X_p, Y_p)$ との対応点とされる。
- [0208] 図48に示されるように、ブロック B_p の中心点 $P(X_p, Y_p)$ とブロック B_q の中心点 $Q(X_q, Y_q)$ とを結んで表される線(矢印)が、動きベクトル $V(vx, vy)$ として検出される。すなわち、次式に基づいて動きベクトル $V(vx, vy)$ が演算される。
- $$V(vx, vy) = Q(X_q, Y_q) - P(X_p, Y_p) \quad \cdots (1)$$
- [0209] 図44のステップS504において、動きベクトル確度算出部22により動きベクトル確度演算処理が実行される。その詳細は、図49を参照して後述するが、この処理により、動きベクトル確度が定量的な数値として算出される。
- [0210] ステップS505において、動きベクトル確度算出部606-2は、1つのフレームの全て

のブロックに対して、動きベクトル確度の算出が終了したか否かを判定する。

[0211] 動きベクトル確度算出部606-2は、ステップS505において、まだ全てのブロックに対して動きベクトル確度が算出されていないと判定した場合、処理をステップS504に戻し、以降の処理を繰り返し実行する。全てのブロックに対して動きベクトル確度の算出が終了したと判定された場合、そのフレームについての処理を終了する。以上の処理は、各フレーム毎に行われる。

[0212] 次に図49のフローチャートを参照して、図44のステップS504の動きベクトル確度演算処理の詳細について説明する。ステップS531において、評価値算出部601は、次式に基づいて評価値 $Eval(P, Q, i, j)$ を演算する。

[0213] [数1]

$$Eval(P, Q, i, j) = \sum \sum |F_j(X_q + x, Y_q + y) - F_i(X_p + x, Y_p + y)| \quad \dots (2)$$

[0214] 上記式(2)における総和 $\sum \sum$ は、 x が $-L$ から L について、 y が $-L$ から L について行われる。すなわち、簡単のため、図50に示されるように、ブロック B_p とブロック B_q の一边を $5 (= 2L + 1 = 2 \times 2 + 1)$ 画素とする場合、フレーム F_n のブロック B_p の左上端の座標(点 $P_1(X_p - 2, Y_p - 2)$)に位置する画素71の画素値と、画素771に対応するフレーム F_{n+1} のブロック B_q の座標(点 $Q_1(X_q - 2, Y_q - 2)$)に位置する画素811の画素値との差が演算される。同様の演算が、点 $P_1(X_p - 2, Y_p - 2)$ 乃至点 $P_{25}(X_p + 2, Y_p + 2)$ に位置する画素のそれぞれに対応するブロック B_q の点 $Q_1(X_q - 2, Y_q - 2)$ 乃至 $Q_{25}(X_q + 2, Y_q + 2)$ に位置する画素の画素値とのそれぞれの差が演算される。 $L=2$ である場合、25個の差分が得られ、その絶対値の総和が演算される。

[0215] なお、上述したフレーム F_n のブロック B_p の中心座標の点 $P(X_p, Y_p)$ に位置する画素(注目画素)、及びその対応点であるフレーム F_{n+1} のブロック B_q の中心座標の点 $Q(X_q, Y_q)$ に位置する画素(対応画素)の画素数は、少なくとも1個であればよい。但し、複数にする場合には、その数を同じにする必要がある。

[0216] この評価値は、一方のフレームの画像上の点と、他方のフレームの画像上の点のそれぞれを中心とするブロックの評価値(従って、動きベクトルの評価値)を示すものであり、評価値が0に近づくほど、よく一致していることを表している。また、上記式(2)

)において、 F_i および F_j は、時間的に異なるフレームを示し、上述した説明では、 F_n が F_i に対応し、 F_{n+1} が F_j に対応する。上記式(2)では、差分絶対和を評価値としているが、差分二乗和を評価値としてもよい。

[0217] ブロックマッチング法以外に、勾配法や、ベクトル検出方法によって評価値を演算することも可能である。

[0218] 評価値算出部601は、生成した評価値を正規化処理部604に供給する。

[0219] ステップS532において、アクティビティ算出部602は、入力画像からアクティビティを算出する。アクティビティは、画像の複雑さを表す特徴量であり、図51、図52に示されるように、各画素毎の注目画素 $Y(x, y)$ と、それに隣接する8画素、すなわち隣接画素 $Y(x-1, y-1), Y(x, y-1), Y(x+1, y-1), Y(x+1, y), Y(x+1, y+1), Y(x, y+1), Y(x-1, y+1), Y(x-1, y)$ との差分絶対和の平均値が、注目画素のアクティビティとして次式に基づいて演算される。

[0220] [数2]

$$Activity(x, y) = \frac{\sum_{j=-1}^1 \sum_{i=-1}^1 |Y(x+i, y+j) - Y(x, y)|}{8} \quad \dots(3)$$

[0221] 図52の例の場合、 3×3 画素のうち、中央に位置する注目画素 $Y(x, y)$ の値は110であり、それに隣接する8個の画素(隣接画素 $Y(x-1, y-1), Y(x, y-1), Y(x+1, y-1), Y(x+1, y), Y(x+1, y+1), Y(x, y+1), Y(x-1, y+1), Y(x-1, y)$)の値は、それぞれ80, 70, 75, 100, 100, 100, 80, 80であるから、アクティビティは次式で表される。

$Activity(x, y)$

$$= \{ |80-110| + |70-110| + |75-110| + |100-110| + |100-110| + |100-110| + |80-110| + |80-110| \} / 8$$

$$= 24.375$$

となる。

[0222] 動きベクトル確度を画素単位で算出する場合には、このアクティビティがそのまま動きベクトル確度の算出に用いられる。複数の画素よりなるブロック単位で動きベクトル

確度を算出するには、ブロックのアクティビティがさらに算出される。

- [0223] ブロック単位で動きベクトル確度を算出するため、ブロックのアクティビティは、例えば、図53Aに示されるように、一辺を $5 (= 2L + 1 = 2 \times 2 + 1)$ 画素としたブロック B_p では、アクティビティ算出範囲851aの中央に含まれる画素771が注目画素とされ、画素771の値と、それに隣接する8つの画素の値においてアクティビティが演算される。
- [0224] また、図53B乃至Fに示されるように、ブロック B_p 内の画素が順に走査され、アクティビティ算出範囲851b乃至851fに含まれる注目画素と隣接画素とのアクティビティが演算される。ブロック B_p の全ての画素に対して演算されたアクティビティの総和がブロック B_p のブロックのアクティビティとされる。
- [0225] 従って、次式で表されるブロック内の全画素のアクティビティの総和が、そのブロックのアクティビティ(ブロックアクティビティ) $Blockactivity(i,j)$ と定義される。
- [0226] [数3]
- $$Blockactivity(i, j) = \sum \sum |Activity(x, y)| \quad \cdots (4)$$
- [0227] 上記式(4)における総和は、 x が $-L$ から L について、 y が $-L$ から L について行われる。式(4)の i,j は、ブロックの中心位置を表しており、式(3)の i,j とは異なるものである。
- [0228] なお、アクティビティとしては、この他、ブロックにおける分散値、ダイナミックレンジ、その他の画素値の空間方向の変動を表す値などとすることも可能である。
- [0229] 閾値判定部603は、ステップS533において、アクティビティ算出部602により、ステップS532の処理で算出されたブロックアクティビティが、予め設定してある閾値(図53を参照して後述する閾値 THa)より大きいかな否かを判定する。その詳細は、図54のフローチャートを参照して説明するが、この処理により、ブロックアクティビティが閾値 THa より大きいかな否かのフラグが設定される。
- [0230] ステップS534において、正規化処理部604は、正規化処理を実行する。その詳細は、図56を参照して後述するが、この処理によりステップS31の処理で算出された評価値、ステップS532の処理で算出されたブロックアクティビティ、および閾値(図55を参照して後述する直線903の傾き)に基づいた動きベクトル確度が演算される。

- [0231] ステップS535において、統合処理部605により統合処理が実行される。その詳細は、図57を参照して後述するが、この処理によりステップS533の処理(図54のステップ552またはステップS553の処理)で設定されたフラグに基づいて、図示せぬ装置に出力する動きベクトル確度が決定される。
- [0232] 次に、図54を参照して、図49のステップS533の処理の閾値処理の詳細について説明する。ステップS551において、閾値判定部603は、図49のステップS532の処理の結果、算出されたブロックアクティビティが閾値THaより大きいかな否かを判定する。
- [0233] 具体的には、実験の結果、ブロックアクティビティと評価値は、動きベクトルをパラメータとして、図55に示される関係を有する。図55において、横軸はブロックアクティビティBlockactivity(i,j)を表し、縦軸は評価値Evalを表している。動きが正しく検出されている場合(正しい動きベクトルが与えられている場合)、そのブロックアクティビティと評価値の値は、曲線901より図中下側の領域R1に分布する。これに対して誤った動き(不正解の動きベクトル)が与えられた場合、そのブロックアクティビティと評価値の値は、曲線902より、図中左側の領域R2に分布する(曲線902より上側の領域R2以外と曲線901より下側の領域R1以外の領域には殆ど分布がない)。曲線901と曲線902は、点Pにおいて交差する。この点Pにおけるブロックアクティビティの値が閾値THaとされる。閾値THaは、ブロックアクティビティの値がそれより小さい場合には、対応する動きベクトルが正しくない可能性があることを意味する(この点については後に詳述する)。閾値判定部603は、アクティビティ算出部602より入力されたブロックアクティビティの値が、この閾値THaより大きいかな否かを表すフラグを統合処理部605に出力する。
- [0234] ステップS551において、ブロックアクティビティが閾値THaより大きいと判定された場合(対応する動きベクトルが正しい可能性が高い場合)、ステップS552に進み、閾値判定部603は、ブロックアクティビティが閾値THaより大きいことを示すフラグを設定する。
- [0235] これに対して、ステップS551において、ブロックアクティビティが閾値THaより大きくはない(小さい)と判定された場合(対応する動きベクトルが正しくない可能性がある

場合)、ステップS553に進み、ブロックアクティビティが大きくはない(小さい)ことを示すフラグが設定される。

[0236] そして、閾値判定部603は、入力されたブロックアクティビティが閾値より大きいかな否かを示すフラグを統合処理部605に出力する。

[0237] 次に、図56のフローチャートを参照して、図49のステップS534の正規化処理の詳細について説明する。ステップS571において、正規化処理部604は、図49のステップS531の処理で算出された評価値、ステップS532の処理で算出されたブロックアクティビティ、および予め設定されている閾値(図55の直線903の傾き)に基づいて、次式に従って動きベクトル確度VCを演算する。

[0238] $VC = 1 - \text{評価値} / \text{ブロックアクティビティ} \quad \dots (5)$

[0239] 動きベクトル確度VCのうち、評価値をブロックアクティビティで割り算して得られた値は、その値によって規定される図55のグラフ上の位置が、原点Oと点Pを結ぶ傾きが1の直線903より、図中下側の領域内であるのか、図中上側の領域内であるのかを表す。すなわち、直線903の傾きは1であり、評価値をブロックアクティビティで割り算して得られた値が1より大きければ、その値に対応する点は、直線903の上側の領域に分布する点であることを意味する。そしてこの値を1から減算して得られる動きベクトル確度VCは、その値が小さい程(負に大きい程)、対応する点が領域R2に分布する可能性が高いことを意味する。

[0240] これに対して、評価値をブロックアクティビティで割り算して得られた値が1より小さければ、その値に対応する点は、直線903の図中下側の領域に分布することを意味する。そして、そのときの動きベクトル確度VCは、その値が大きい程(0に近い程)、対応する点が領域R1に分布することを意味する。正規化処理部604は、このようにして演算して得られた動きベクトル確度VCを統合処理部605に出力する。

[0241] ステップS572において、正規化処理部604は、式(5)に基づいて算出された動きベクトル確度VCが0より小さいかな否か(動きベクトル確度VCが負の値かな否か)を判定する。動きベクトル確度VCが0以上の値の場合、正規化処理部604は、ステップS573に進み、ステップS571の処理で演算された動きベクトル確度VCをそのまま統合処理部605に供給する。

- [0242] これに対して、ステップS572において、動きベクトル確度VCが0より小さい(動きベクトル確度VCが負の値)と判定された場合、ステップS574に進み、正規化処理部604は、動きベクトル確度VCを固定値として0に設定し、統合処理部605に供給する。
- [0243] 以上のようにして、動きベクトルが正しくない可能性がある(不正解ベクトルの可能性がある)場合(動きベクトル確度VCが負の場合)、動きベクトル確度は0に設定される。
- [0244] 次に、図57のフローチャートを参照して、図49のステップS535の統合処理の詳細について説明する。
- [0245] 統合処理部605は、ステップS591において、ブロックアクティビティが閾値THa以下か否かを判定する。この判定は、閾値判定部603より供給されたフラグに基づいて行われる。ブロックアクティビティの値が閾値THaより大きい場合には、ステップS592において、統合処理部605は、正規化処理部604によって演算された動きベクトル確度VCの値がそのまま動きベクトルとともに出力される。
- [0246] これに対して、ブロックアクティビティが閾値THa以下であると判定された場合には、ステップS593において、正規化処理部604によって算出された動きベクトル確度VCの値が0に設定され、出力される。
- [0247] これは、正規化処理部604において演算された動きベクトルの確度VCの値が正であったとしても、ブロックアクティビティの値が閾値THaより小さい場合には、正しい動きベクトルが得られていない可能性があるからである。すなわち、図55に示されるように、原点Oと点Pの間においては、曲線202が、曲線901より図中下側に(直線903より下側に)突出することになる。ブロックアクティビティの値が閾値THaより小さい区間であって、曲線901と曲線902において囲まれる領域R3においては、評価値をブロックアクティビティで割り算して得られる値は、領域R1とR2の両方に分布し、正しい動きベクトルが得られていない可能性が高い。そこで、このような分布状態である場合には、動きベクトルの確度は低いものとして処理するようにする。このため、ステップS593において、動きベクトル確度VCは、その値が負である場合はもとより、正であったとしても、閾値THaより小さい場合には、0に設定される。このようにすることで、動きベクトル確度VCの値が正である場合には、正しい動きベクトルが得られている場合で

あることを確実に表すことが可能となる。しかも、動きベクトル確度VCの値が大きい程、正しい動きベクトルが得られている確率が高くなる(分布が領域R1に含まれた確率が高くなる)。

[0248] このことは、一般的に輝度変化が少ない領域(アクティビティが小さい領域)では信頼性が高い動きベクトルを検出することが困難であるとの経験上の法則とも一致する。

[0249] 以上のようにして、動きベクトル確度が算出される。従って、動きベクトル確度を定量的な数値として表すことが可能になり、信頼性の高い動きベクトルを検出することが可能になる。なお、フレームの画像を処理単位として説明したが、フィールドを処理単位としてもよい。

[0250] 図58は、図1の背景動き推定部14の構成例を表している。この構成例においては、背景動き推定部14は、頻度分布算出部1051と背景動き決定部1052により構成されている。

[0251] 頻度分布算出部1051は、動きベクトルの頻度分布を算出する。ただし、この頻度には、動き推定部12より供給される動きベクトル確度VCを用いることで、確からしい動きに重みを与えられるように、重み付けが行われる。背景動き決定部1052は、頻度分布算出部1051により算出された頻度分布に基づいて、頻度が最大となる動きを背景動きとして決定する処理を行い、領域推定関連処理部15へ出力する。

[0252] 図59を参照して、背景動き推定部14の背景動き推定処理について説明する。

[0253] ステップS651において、頻度分布算出部1051は、動き頻度分布を算出する。具体的には、頻度分布算出部1051は、背景動きの候補としての動きベクトルのx座標とy座標がそれぞれ基準点から±16画素分の範囲で表されるとすると、1089個($=16 \times 2 + 1) \times (16 \times 2 + 1)$)の箱、すなわち動きベクトルがとり得る値に対応する座標分の箱を用意し、動きベクトルが発生した場合、その動きベクトルに対応する座標に1を加算する。このようにすることで、動きベクトルの頻度分布を算出することができる。

[0254] ただし、1個の動きベクトルが発生した場合、1を加算していくと、確度が低い動きベクトルの発生頻度が多い場合、その確実性が低い動きベクトルが背景動きとして決定されてしまう恐れがある。そこで、頻度分布算出部1051は、動きベクトルが発生した

場合、その動きベクトルに対応する箱(座標)に、値1を加算するのではなく、値1に動きベクトル確度VCを乗算した値(=動きベクトル確度VCの値)を加算する。動きベクトル確VCの値は、0から1の間の値として正規化されており、その値が1に近いほど確度が高い値である。従って、このようにして得られた頻度分布は、動きベクトルをその確度に基づいて重み付けした頻度分布となる。これにより、確度の低い動きが背景動きとして決定される恐れが少なくなる。

- [0255] 次に、ステップS652において、頻度分布算出部1051は、動き頻度分布を算出する処理を全ブロックについて終了したか否かを判定する。まだ処理していないブロックが存在する場合には、ステップS651に戻り、次のブロックについてステップS651の処理が実行される。
- [0256] 以上のようにして、全画面に対して動き頻度分布算出処理が行われ、ステップS652において、全ブロックの処理が終了したと判定された場合、ステップS653に進み、背景動き決定部1052は、頻度分布の最大値を検索する処理を実行する。すなわち、背景動き決定部1052は、頻度分布算出部1051により算出された頻度の中から最大の頻度のものを選択し、その頻度に対応する動きベクトルを背景動きの動きベクトルとして決定する。この背景動きの動きベクトルは、領域推定関連処理部15に供給され、例えば、図16のステップS104や図21のステップS131の全画面動きと背景動きが一致するか否かの判定処理に用いられる。
- [0257] 図60は、図1のシーンチェンジ検出部13の詳細な構成例を表している。この例においては、動きベクトル確度平均算出部1071と閾値判定部1072によりシーンチェンジ検出部13が構成されている。
- [0258] 動きベクトル確度平均算出部1071は、動き推定部12より供給された動きベクトル確度VCの全画面の平均値を算出し、閾値判定部1072に出力する。閾値判定部1072は、動きベクトル確度平均算出部1071より供給された平均値を、予め定められている閾値と比較し、その比較結果に基づいて、シーンチェンジであるか否かを判定し、判定結果を制御部19に出力する。
- [0259] 次に、図61のフローチャートを参照して、シーンチェンジ検出部13の動作について説明する。ステップS681において、動きベクトル確度平均算出部1071は、ベクトル

確度の総和を算出する。具体的には、動きベクトル確度平均算出部1071は、動き推定部12の統合処理部605より出力された各ブロック毎に算出された動きベクトル確度VCの値を加算する処理を実行する。ステップS682において、動きベクトル確度平均算出部1071は、ベクトル確度VCの総和を算出する処理が全ブロックについて終了したか否かを判定し、まだ終了していない場合には、ステップS681の処理を繰り返す。この処理を繰り返すことで、1画面分の各ブロックの動きベクトル確度VCの総和が算出される。ステップS682において1画面全部についての動きベクトル確度VCの総和の算出処理が終了したと判定された場合、ステップS683に進み、動きベクトル確度平均算出部1071は、ベクトル確度VCの平均値を算出する処理を実行する。具体的には、ステップS681の処理で算出された1画面分のベクトル確度VCの総和を、足し込まれたブロック数で除算して得られた値が平均値として算出される。

[0260] ステップS684において、閾値判定部1072は、ステップS683の処理で動きベクトル確度平均算出部1071により算出された動きベクトル確度VCの平均値を、予め設定されている閾値と比較し、閾値より小さいか否かを判定する。一般的に、動画中の時刻が異なる2フレーム間でシーンチェンジが発生すると、対応する画像が存在しないため、動きベクトルを算出しても、その動きベクトルは確からしくなることになる。そこで、ベクトル確度VCの平均値が閾値より小さい場合には、ステップS685において、閾値判定部1072はシーンチェンジフラグをオンし、閾値より小さくない場合(閾値以上である場合)、ステップS686において、シーンチェンジフラグをオフにする。シーンチェンジフラグのオンは、シーンチェンジがあったことを表し、そのオフは、シーンチェンジが無いことを表す。

[0261] このシーンチェンジフラグは、制御部19へ供給され、図34のステップS321におけるシーンチェンジの有無の判定、並びに図37のステップS362のシーンチェンジの有無の判定に利用される。

[0262] 次に、以上のオブジェクト追尾装置を応用した画像処理装置について説明する。図62は、オブジェクト追尾装置をテレビジョン受像機1700に応用した場合の例を表している。チューナ1701は、RF信号を入力し、復調して画像信号と音声信号とに分離し、画像信号を画像処理部1702に出力し、音声信号を音声処理部1707に出力す

る。

- [0263] 画像処理部1702は、チューナ1701より入力された画像信号を復調し、オブジェクト追尾部1703、ズーム画像作成部1704、および選択部1705に出力する。オブジェクト追尾部1703は、上述した図1のオブジェクト追尾装置1と実質的に同様の構成とされている。オブジェクト追尾部1703は、入力画像からユーザにより指定されたオブジェクトの追尾点を追尾する処理を実行し、その追尾点に関する座標情報をズーム画像作成部1704に出力する。ズーム画像作成部1704は、追尾点を中心とするズーム画像を作成し、選択部1705に出力する。選択部1705は、画像処理部1702より供給された画像またはズーム画像作成部1704より供給された画像の一方をユーザからの指示に基づいて選択し、画像ディスプレイ1706に出力し、表示させる。
- [0264] 音声処理部1707は、チューナ1701より入力された音声信号を復調し、スピーカ708に出力する。
- [0265] リモートコントローラ1710は、ユーザにより操作され、その操作に対応する信号を制御部1709に出力する。制御部1709は、例えばマイクロコンピュータなどにより構成され、ユーザの指示に基づいて各部を制御する。リムーバブルメディア1711は、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどにより構成され、必要に応じて装着され、制御部1709に、プログラム、その他各種のデータを提供する。
- [0266] 次に、テレビジョン受像機1700の処理について、図63のフローチャートを参照して説明する。
- [0267] ステップS701において、チューナ1701は、図示せぬアンテナを介して受信したRF信号から、ユーザにより指示されたチャンネルの信号を復調して、画像信号を画像処理部1702に出力し、音声信号を音声処理部1707に出力する。音声信号は、音声処理部1707で復調された後、スピーカ1708から出力される。
- [0268] 画像処理部1702は、入力された画像信号を復調し、オブジェクト追尾部1703、ズーム画像作成部1704、および選択部1705に出力する。
- [0269] ステップS702において、オブジェクト追尾部1703は、追尾が指示されたか否かを判定し、追尾が指示されていないと判定された場合、ステップS703、S704の処理をスキップする。ステップS705において、選択部1705は、画像処理部1702より供給

される画像信号と、ズーム画像作成部1704より入力される画像信号のいずれか一方を制御部1709からの制御に基づいて選択する。いまの場合、ユーザから特に指示がなされていないので、制御部1709は、選択部1705に画像処理部1702からの画像信号を選択させる。ステップS706において画像ディスプレイ1706は、選択部1705により選択された画像を表示する。

[0270] ステップS707において、制御部1709は、ユーザの指示に基づいて画像表示処理を終了するか否かを判定する。すなわちユーザは、画像表示処理を終了するとき、リモートコントローラ1710を操作して、制御部1709にそれを指示する。ユーザから終了が指示されていない場合、処理はステップS701に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

[0271] 以上のようにして、チューナ1701により受信された信号に対応する画像をそのまま表示する通常の処理が実行される。

[0272] ユーザは、画像ディスプレイ1706に表示されている画像を見て追尾したいと思う画像が表示されたとき、リモートコントローラ1710を操作することで、その画像を指定する。この操作がなされたとき、ステップS702において制御部1709は、追尾が指示されたと判定し、オブジェクト追尾部1703を制御する。オブジェクト追尾部1703は、この制御に基づいて、ユーザにより指定された追尾点の追尾処理を開始する。この処理は、上述したオブジェクト追尾装置1の処理と同様の処理である。

[0273] ステップS704において、ズーム画像作成部1704は、オブジェクト追尾部1703により追尾されている追尾点を中心とするズーム画像を生成し、選択部1705に出力する。

[0274] このズーム画像作成処理は、本出願人が先に提案しているクラス分類適応処理を利用して行うことができる。例えば、特開2002-196737公報には、予め学習して得た係数を用いて、525i信号を1080i信号に変換する処理が開示されている。この処理は、垂直方向と水平方向の両方に9/4倍に画像を拡大する処理と実質的に同様の処理である。ただし、画像ディスプレイ1706は、画素数が一定であるため、ズーム画像作成部1704は、例えば9/4倍の画像を作成する場合、525i信号を1080i信号に変換した後、追尾点を中心とする所定の数の画素(画像ディスプレイ1706に対応する

数の画素)を選択することでズーム画像を作成することができる。縮小する処理は、その逆の処理となる。

- [0275] この原理に基づいて、任意の倍率のズーム画像を生成することができる。
- [0276] 追尾が指示されている場合、ステップS705において選択部1705は、ズーム画像作成部1704により作成されたズーム画像を選択する。その結果、ステップS706において、画像ディスプレイ1706は、ズーム画像作成部1704により作成されたズーム画像を表示することになる。
- [0277] 以上のようにして、画像ディスプレイ1706には、ユーザが指定した追尾点を中心とするズーム画像が表示される。倍率が1に設定された場合には、追尾だけが行われる。
- [0278] 図64は本発明を適用した画像処理装置1801の機能的構成例を表している。この画像処理装置1801は、動きベクトル検出部1821、および動きベクトル確度算出部1822により構成されている。
- [0279] 動きベクトル検出部1821は、入力画像から動きベクトルを検出し、検出した動きベクトルと入力画像を動きベクトル確度算出部1822に供給する。また、動きベクトル検出部1821は、入力画像が既に動きベクトルを含む場合、画像データと動きベクトルを分離して、動きベクトル確度算出部1822に供給する。画像データとその動きベクトルが既に分離された状態で入力される場合、動きベクトル検出部1821は省略することができる。
- [0280] 動きベクトル確度算出部1822は、入力された入力画像(画像データ)に基づいて、対応する動きベクトルの確度(以下、動きベクトル確度と称する)を演算し、動きベクトル確度を図示せぬ装置に出力する。
- [0281] 図65は、図64の動きベクトル確度算出部1822の構成例を表している。この実施の形態においては、動きベクトル確度算出部1822は、評価値算出部1841、アクティビティ算出部1842、および演算部1843により構成されている。演算部1843は、閾値判定部1851、正規化処理部1852、および統合処理部1853により構成されている。
- [0282] 図64の動きベクトル検出部1821から出力された動きベクトルが、評価値算出部18

41に入力され、入力画像(画像データ)が、評価値算出部1841とアクティビティ算出部1842に入力されている。

- [0283] 評価値算出部1841は、入力画像の評価値を算出し、演算部1843の正規化処理部1852に供給する。アクティビティ算出部1842は、入力画像のアクティビティを算出し、演算部1843の閾値判定部1851と正規化処理部1852に供給する。
- [0284] 正規化処理部1852は、評価値算出部1841より供給された評価値を、アクティビティ算出部1842より供給されたアクティビティに基づいて正規化し、得られた値を統合処理部1853に供給する。閾値判定部1851は、アクティビティ算出部1842より供給されたアクティビティを所定の閾値と比較し、その判定結果を統合処理部1853に供給する。統合処理部1853は、正規化処理部1852から供給された正規化情報と、閾値判定部1851より供給された判定結果に基づいて、動きベクトル確度を演算し、得られた動きベクトル確度を図示せぬ装置に出力する。
- [0285] 動きベクトル検出部1821、動きベクトル確度算出部1822、評価値算出部1841、アクティビティ算出部1842、演算部1843、閾値判定部1851、正規化処理部1852、統合処理部1853は、それぞれ上述した図43の動きベクトル検出部606-1、動きベクトル確度算出部606-2、評価値算出部601、アクティビティ算出部602、演算部606-3、閾値判定部603、正規化処理部604、統合処理部605と基本的に同様の構成をしているため、ここではこれ以上の詳細な説明は省略する。
- [0286] 上述した画像処理装置1801は、例えば、パーソナルコンピュータなどで構成することができる。
- [0287] この場合、画像処理装置1は、例えば、図66で示されるように構成される。CPU(Central Processing Unit) 1931は、ROM(Read Only Memory) 1932に記憶されているプログラム、または記憶部1939からRAM(Random Access Memory) 1933にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM233にはまた、CPU1931が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。
- [0288] CPU1931、ROM1932、およびRAM1933は、バス1934を介して相互に接続されている。このバス1934にはまた、入出力インタフェース1935も接続されている。
- [0289] 入出力インタフェース1935には、キーボード、マウスなどよりなる入力部1936、

CRT (Cathode Ray Tube), LCD (Liquid Crystal Display) などよりなるディスプレイ、並びにスピーカなどよりなる出力部1937、モデム、ターミナルアダプタなどより構成される通信部1938、ハードディスクなどより構成される記憶部1939が接続されている。通信部1938は、図示せぬLANやインターネットを介して他の装置との通信処理を行う。

- [0290] 入出力インタフェース1935にはまた、ドライブ1940が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブルメディア1941が適宜装着され、それらから読み出されたコンピュータプログラムが、必要に応じて記憶部1939にインストールされる。
- [0291] 次に、本発明を応用した符号化装置2261について、図67を参照して説明する。
- [0292] この符号化装置2261においては、入力画像は、動き演算部2271の動きベクトル検出部1821、動き補償部2272、および選択部2273に供給される。動き演算部2271は、上述した図64の画像処理装置1801と実質的に同様の構成とされている。動きベクトル検出部1821は、入力画像から動きベクトルを検出し、検出した動きベクトルを動き補償部2272、および付加コード作成部2275に出力する。また、動きベクトル検出部1821は、動きベクトル、および入力画像を動きベクトル確度算出部1822に出力する。
- [0293] 動きベクトル確度算出部1822は、動きベクトル検出部1821より入力された動きベクトル、および入力画像から動きベクトル確度を算出し、制御部2274に出力する。制御部2274は、入力された動きベクトル確度に基づいて選択部2273、および付加コード作成部2275を制御する。
- [0294] 動き補償部2272は、供給された入力画像と動きベクトル検出部1821より供給された動きベクトルに基づいて、動き補償を行い、動き補償した画像を選択部2273に供給する。選択部2273は、制御部2274の制御に基づいて、画素値符号化部2276に入力画像、または動き補償された画像を選択して出力する。画素値符号化部2276は、入力された画像の符号化を行い、統合部2277に出力する。
- [0295] 付加コード作成部2275は、制御部2274の制御に基づいて、各フレームの画像に対し、動き補償を行ったか否かを表す付加コードを作成し、動きベクトル検出部182

1より入力された動きベクトルと合成し、必要に応じて、さらに動きベクトル確度を付加して、統合部2277に出力する。

[0296] 統合部2277は、画素値符号化部2276から入力された符号、および付加コード作成部2275から入力された付加コードを統合して図示せぬ装置に出力する。

[0297] 次に、符号化装置2261の処理について、図68のフローチャートを参照して説明する。なお、ステップS821乃至ステップS825の処理では、画像が入力され、画像の各フレームが所定のブロックに分割される。分割されたブロックに基づいて、動きベクトルが検出され、各動きベクトルの確度(動きベクトル確度)が算出され、全てのブロックに対して動きベクトル確度が算出されるまで同様の処理が繰り返し実行される。

[0298] その後、ステップS826において、動き補償部2272は、入力画像と動きベクトルに基づいて動き補償を行う。すなわち、動きベクトルに基づいて、前後のフレームの画像の差分を算出し、差分画像(動き補償画像)を作成する。

[0299] ステップS827において、選択部2273は、制御部2274の制御に基づいて、入力画像、または動き補償部2272より供給された動き補償された画像のどちらかを選択する。すなわち、制御部2274は、動きベクトル確度が充分大きいとき、選択部2273に、符号化する画像として動き補償された画像を選択させ、そうでないとき入力画像を選択させる。動きベクトル確度に基づいて、入力画像と動き補償された画像のいずれかが選択されるので、信頼性の低い動きベクトルによって動き補償された画像が利用されることを防ぐことが可能となる。選択部2273は、選択した画像を画素値符号化部2276に供給する。

[0300] ステップS828において、画素値符号化部2276は、ステップS828の処理で選択された画像(入力画像、または動き補償された画像)の符号化を行う。

[0301] ステップS829において、付加コード作成部2275は、制御部2274からの制御に基づいて、復号時に必要な符号化された画像が動き補償された画像か否かを表す付加コードを作成する。この付加コードには、動きベクトル確度を含めることができる。

[0302] ステップS830において、統合部2277は、ステップS828の処理により符号化された画像とステップS829の処理により作成された付加コードを統合し、図示せぬ装置に出力する。

- [0303] 以上のようにして、画像が符号化され、正しくない可能性がある(不正解ベクトルの可能性がある)動きベクトルに基づいて動き補償された画像が利用されることを防ぐことが可能となる。従って、信頼性のない動きベクトルを用いて動き補償を行うことで画像が破綻してしまうことを防ぎ、復号時に高画質な画像を得ることが可能となる。
- [0304] 図69は、本発明を手振れ補正装置2301に応用した場合の例を表している。手振れ補正装置2301は、例えば、デジタルビデオカメラ等に適用される。
- [0305] 入力画像は、背景動き検出部2311、および出力画像生成部2314に入力される。背景動き検出部2311は、入力画像から背景動きを検出し、変位蓄積部2312に出力する。背景動き検出部2311の詳細な構成は図70を参照して後述する。変位蓄積部2312は、入力された背景動きから変位量を蓄積し、蓄積した変位量を手振れ判定部2313、および出力画像生成部2314に出力する。手振れ判定部2313は、入力された変位情報を所定の閾値に基づいて、手振れか否かを判定し、判定結果を出力画像生成部2314に出力する。
- [0306] 出力画像生成部2314は、供給されている入力画像から、変位蓄積部2312より入力された変位量と手振れ判定部2313から入力された判定結果に基づいて、出力画像を生成し、例えば、HDD (Hard Disk Drive)、ビデオテープ等のような書き込み可能な記録媒体315に記録する。また、出力画像生成部2314は、生成した画像を、例えば、LCD (Liquid Crystal Display) 等で構成される表示部2316に出力し、表示させる。
- [0307] 図70は、図69の背景動き検出部2311の詳細な構成例を表している。この構成例においては、背景動き検出部2311は、動き演算部2321、頻度分布算出部2322、および背景動き決定部2323により構成されている。動き演算部2321は、上述した図63の画像処理装置1801と実質的に同様の構成とされている。
- [0308] 入力画像は、動き演算部2321の動きベクトル検出部1821に供給される。動きベクトル検出部1821は、入力画像から動きベクトルを検出し、検出した動きベクトル、および入力画像を動きベクトル確度算出部1822に出力する。動きベクトル確度算出部1822は、入力された動きベクトルおよび入力画像に基づいて、対応する動きベクトルの確度(動きベクトル確度)を算出し、頻度分布算出部2322に出力する。

- [0309] 頻度分布算出部2322は、動きベクトルの頻度分布を算出する。ただし、この頻度には、動き演算部2321より供給される動きベクトル確度VCを用いることで、確からしい動きに重みを与えられるように、重み付けが行われる。背景動き決定部2323は、頻度分布算出部2322により算出された頻度分布に基づいて、頻度が最大となる動きを背景動きとして決定する処理を行い、変位蓄積部2312へ出力する。
- [0310] 次に、図71のフローチャートを参照して、手振れ補正装置2301の手振れ補正処理を説明する。ステップS831乃至ステップS834の処理の処理で、入力画像が取得され、画像のフレームが所定のブロックに分割される。分割されたブロックに基づいて、例えば、ブロックマッチング法により動きベクトルが検出され、各動きベクトルの確度(動きベクトル確度)が算出される。
- [0311] ステップS835において、頻度分布算出部2322は、動き頻度分布を算出する。具体的には、頻度分布算出部2322は、例えば、背景動きの候補としての動きベクトルのx座標とy座標がそれぞれ基準点から±16画素分の範囲で表されるとすると、1089個($=16 \times 2 + 1 \times (16 \times 2 + 1)$)の箱、すなわち動きベクトルが取り得る値に対応する座標分の箱を用意し、動きベクトルが発生した場合、その動きベクトルに対応する座標に1を加算する。このようにすることで、動きベクトルの頻度分布を算出することができる。
- [0312] ただし、1個の動きベクトルが発生した場合、1を加算していくと、確度が低い動きベクトルの発生頻度が多い場合、その確実性が低い動きベクトルが背景動きとして決定されてしまう恐れがある。そこで、頻度分布算出部2322は、動きベクトルが発生した場合、その動きベクトルに対応する箱(座標)に、値1を加算するのではなく、値1に動きベクトル確度VCを乗算した値(=動きベクトル確度VCの値)を加算する。動きベクトル確度VCの値は、0から1の間の値として正規化されており、その値が1に近いほど確度が高い値である。従って、このようにして得られた頻度分布は、動きベクトルをその確度に基づいて重み付けした頻度分布となる。これにより、確度の低い動きが背景動きとして決定される恐れが少なくなる。
- [0313] 次に、ステップS836において、動きベクトル確度算出部1822は、全てのブロックに対して動きベクトルの確度が算出されたか否かを判定する。まだ処理していないプロ

ックが存在する場合には、ステップS834に戻り、次のブロックについてステップS834、およびステップS835の処理が繰り返し実行される。

- [0314] 以上のようにして、全画面に対して動き頻度分布算出処理が行われた場合、ステップS837に進み、背景動き決定部2323は、頻度分布の最大値を検索する処理を実行する。すなわち、背景動き決定部2323は、頻度分布算出部2322により算出された頻度の中から最大の頻度のものを選択し、その頻度に対応する動きベクトルを背景動きの動きベクトルとして決定する。この背景動きの動きベクトルは、変位蓄積部2312に供給される。
- [0315] ステップS838において、変位蓄積部2312は、各フレームの背景動きとしての動きベクトルを順次記憶する。
- [0316] ステップS839において、手振れ判定部2313は、背景動きとしての動きベクトルの変位量(絶対値)が予め設定されている閾値より大きいかな否かを判定することで、入力画像がユーザの手振れによってブレた画像かな否かを判定する。変位量が閾値より大きい場合、手振れであると判定され、閾値より小さい場合、手振れではないと判定される。手振れ判定部2313は、判定結果を出力画像生成部2314に供給する。
- [0317] ステップS839において、手振れ判定部2313は、手振れが発生したと判定された場合、ステップS840において、出力画像生成部2314は、そのときの変位量とは逆の変位量分シフトした画像を生成し、出力する。これにより、ユーザは、手振れの少ない画像を記録または見ることが可能となる。
- [0318] これに対して、ステップS839において、手振れではなかったと判定された場合、ステップS841に進み、出力画像生成部2314は、入力された画像をそのまま出力する。出力された画像は、記録媒体2315に記録され、また表示部2316に表示される。
- [0319] 以上のようにして、手振れが検出、補正される。動きベクトル確度を利用することで、背景動きを精度良く検出することが可能となり、ユーザに手振れの少ない画像を提供することが可能となる。
- [0320] 図72は、本発明を適用した蓄積装置2341の例を表している。HDD(Hard Disk Drive)レコーダとしての蓄積装置2341は、選択部2351、記録媒体(HDD)2352、インデックス作成部2353、シーンチェンジ検出部2354、制御部2355、インデックステ

ーブル2356、選択部2357、表示画像作成部2358、全体制御部2359、指示入力部2360で構成されている。

- [0321] 選択部2351は、全体制御部2351の制御に基づいて記録媒体2352に記録されている画像、または入力画像を選択し、インデックス作成部2353、シーンチェンジ検出部2354、および選択部2357に供給する。HDDで構成される記録媒体2352には、全体制御部2359の制御に基づいて画像が記録される。
- [0322] シーンチェンジ検出部2354は、供給された画像からシーンチェンジを検出し、検出結果を制御部2355に供給する。制御部2355は、供給された検出結果に基づいてインデックス作成部2353、およびインデックステーブル2356を制御する。
- [0323] インデックス作成部2353は、制御部2355の制御に基づいて、記録媒体2352に記録された画像であって、シーンチェンジと判定されたときの各シーンの先頭の画像を縮小した画像であるインデックス画像、およびそのインデックス画像に対応する画像の記録媒体2352上での位置を特定する付加情報(タイムコード、アドレスなど)を抽出し、インデックステーブル2356に供給する。
- [0324] インデックステーブル2356は、供給されたインデックス画像とそれに対応する付加情報を保持する。また、インデックステーブル2356は、制御部2355の制御に基づいて、保持しているインデックス画像に対応する付加情報を全体制御部2359に供給する。
- [0325] 選択部2357は、全体制御部2359の指示に従って、選択部2351から供給された画像、またはインデックステーブル2356から入力されたインデックス画像の一方を選択し、表示画像作成部2358に出力する。表示画像作成部2358は、全体制御部2359の指示に従って、入力された画像から、画像表示装置2365で表示可能な画像を作成、出力し、表示させる。
- [0326] 制御部2355は、シーンチェンジ検出部2354から出力されるシーンチェンジフラグ、および全体制御部2359の制御に基づいて、インデックス作成部2353やインデックステーブル2356を制御する。
- [0327] 全体制御部2359は、例えばマイクロコンピュータなどにより構成され、各部を制御する。指示入力部2360は、各種のボタン、スイッチ、あるいはリモートコントローラな

どにより構成され、ユーザからの指示に対応する信号を全体制御部2359に出力する。

- [0328] 図73は、図72のシーンチェンジ検出部2354の詳細な構成例を表している。この例においては、動き演算部2371、動きベクトル確度平均値算出部2372、閾値判定部2373によりシーンチェンジ検出部2354が構成されている。動き演算部2371は、上述した図64の画像処理装置1801と実質的に同様の構成とされている。
- [0329] 動きベクトル検出部1821は、選択部2351より入力された画像から動きベクトルを検出し、検出した動きベクトル、および入力画像を動きベクトル確度算出部1822に出力する。動きベクトル確度算出部1822は、入力された動きベクトルおよび入力画像に基づいて、対応する動きベクトルの確度(動きベクトル確度)を算出し、動きベクトル確度平均値算出部2372に出力する。
- [0330] 動きベクトル確度平均値算出部2372は、動き演算部2371より供給された動きベクトル確度VCの全画面の平均値を算出し、閾値判定部2373に出力する。閾値判定部2373は、動きベクトル確度平均値算出部2372より供給された平均値を、予め定められている閾値と比較し、その比較結果に基づいて、シーンチェンジであるか否かを判定し、判定結果を制御部2355に出力する。
- [0331] 次に、図74のフローチャートを参照して、蓄積装置2341が記録媒体2352に画像を記録する場合に実行されるインデックス画像作成処理の詳細について説明する。この処理は、入力された画像が記録媒体2352に記録されているとき実行される。
- [0332] ステップS871乃至ステップS874の処理のそれぞれは、図44を参照して説明したステップS501乃至S504の処理と同様である。すなわち、これらの処理で画像が入力され、画像のフレームが所定のブロックに分割される。分割されたブロックに基づいて、例えば、ブロックマッチング法により動きベクトルが検出され、各動きベクトルの確度(動きベクトル確度)が算出される。
- [0333] ステップS875において、動きベクトル確度平均値算出部2372は、選択部2351を介して入力される画像(記録媒体2352に記録中の画像)の動きベクトル確度の総和を算出する。具体的には、動きベクトル確度平均値算出部2372は、動き演算部2371の動きベクトル確度算出部1822の統合処理部1853より出力された各ブロック毎に

算出された動きベクトル確度VCの値を加算する処理を実行する。ステップS876において、動きベクトル確度算出部1822は、全ブロックについて動きベクトル確度VCを算出したか否かを判定し、まだ終了していない場合には、ステップS874およびステップS875の処理を繰り返す。これらの処理を繰り返すことで、1画面分の全ブロックの動きベクトル確度VCの総和が算出される。ステップS876において1画面全部についての動きベクトル確度VCの総和の算出処理が終了したと判定された場合、ステップS877に進み、動きベクトル確度平均値算出部2372は、動きベクトル確度VCの平均値を算出する処理を実行する。具体的には、ステップS875の処理で算出された1画面分の動きベクトル確度VCの総和を、足し込まれたブロック数で除算して得られた値が平均値として算出される。従って、この平均値は1画面(1フレーム)について1個となる。

[0334] ステップS878において、閾値判定部2373は、ステップS877の処理で動きベクトル確度平均値算出部2372により算出された動きベクトル確度VCの平均値を、予め設定されている閾値と比較し、その比較結果を制御部2355に出力する。ステップS879において、制御部2355は、閾値判定部2373の比較結果に基づいて、平均値が閾値より小さいか否かを判定する。一般的に動画中の連続する2フレーム間でシーンチェンジが発生すると、対応する画像が存在しないため、動きベクトルを算出しても、その動きベクトルは確からしくないことになる。そこで、動きベクトル確度VCの平均値が閾値より小さい場合には、制御部2355は、ステップS880において、インデックス作成部2353を制御し、インデックス画像を作成させる。

[0335] すなわち、ステップS881において、インデックス作成部2353は、制御部2355の制御に基づいて、新たなシーンの先頭のフレームの画像のサイズを縮小し、インデックス画像を生成する。インデックス画像が、例えば1画面中に3×3個配置されて表示される場合、元の画像の縦方向と横方向のサイズをそれぞれ1/3に縮小することでインデックス画像が生成される。また、このとき、インデックス作成部2353は、そのフレームの画像の記録媒体2352上での記録位置を特定する付加情報(タイムコード、アドレスなど)を抽出する。

[0336] ステップS881において、インデックス作成部2353は、ステップS880の処理で作成し

たインデックス画像、およびそれに対応する付加情報をインデックステーブル2356に記録する。

- [0337] ステップS879で、動きベクトル確度VCの平均値が閾値以上であると判定された場合、シーンチェンジが発生した可能性は低いので、ステップS880,S881の処理はスキップされ、インデックス画像は作成されない。
- [0338] その後、ステップS882で、制御部2355は、ユーザより、記録の終了が指令されたか否かを判定し、終了が指示されていない場合には処理はステップS871に戻り、それ以降の処理が繰り返される。記録の終了が指示された場合、処理は終了される。
- [0339] 以上のようにして、記録動作中にシーンチェンジが自動的に検出され、インデックス画像が自動的に作成される。
- [0340] 次に図75のフローチャートを参照して、蓄積装置2341の画像表示装置2365に対する画像出力処理を説明する。この処理は、ユーザにより記録画像の再生出力が指令されたとき実行される。
- [0341] ステップS901において、全体制御部2359は、ユーザの指示入力部2360の操作に基づいて、記録媒体2352に記録されている画像を再生出力させる。選択部2351は、記録媒体2352により再生された画像を、選択部2357を介して、表示画像作成部2358に供給する。表示画像作成部2358は、入力された画像を画像表示装置2365に表示可能な画像に変換し、画像表示装置2365に出力し、表示させる。
- [0342] ステップS902において、全体制御部2359は、ユーザによって指示入力部2360が操作されることでインデックス画像の表示が指示されたか否かを判定する。ユーザからインデックス画像を表示する指示が入力されていない場合、処理はステップS901に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。すなわち、記録媒体2352の記録画像を画像表示装置2365に再生、出力(表示)する処理が継続される。
- [0343] これに対して、ユーザからインデックス画像の表示が指示された場合、ステップ903において、全体制御部2359は、インデックステーブル2356を制御し、そこに記録されているインデックス画像を出力させる。すなわち、インデックステーブル2356は、インデックス画像を一覧として読み出し、選択部2357を介して、表示画像作成部2358に出力する。表示画像作成部2358は、入力されたインデックス画像の一覧を画像

表示装置2365に出力し、表示させる。これにより、画像表示装置2365には、1画面中に、3×3個のインデックス画像が配置された一覧が表示される。

- [0344] ユーザは、指示入力部2360を操作することで、複数表示されているインデックス画像(インデックス画像の一覧)の中から、1つを選択することができる。そこで、ステップS906において、全体制御部2359は、画像表示装置2365に表示されているインデックス画像が選択されたか否かを判定する。インデックス画像が選択されていないと判定された場合、処理はステップS903に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。すなわち、インデックス画像の一覧が画像表示装置2365により継続的に表示される。
- [0345] これに対し、インデックス画像が選択されたと判定された場合(ユーザからインデックス画像の一覧の中の所望のインデックス画像が選択(指示)された場合)、ステップS905において、全体制御部2359は、その選択されたインデックス画像に対応する画像から始まる記録画像を記録媒体2352から再生させ、選択部2351、選択部2357および表示画像作成部2358を介し画像表示装置2365に出力し、表示させる。すなわち、インデックス画像が選択されたと判定された場合、全体制御部2359は、インデックステーブル2356から、ステップS904の処理で選択されたインデックス画像に対応する付加情報(タイムコード、アドレスなど)を読み込み、記録媒体2352を制御し、そのインデックス画像に対応する画像からそれに続く画像を再生させ、画像表示装置2365に出力し、表示させる。
- [0346] ステップS906において、全体制御部2359は、終了が指示されたか否かを判定する。ユーザによって指示入力部2360が操作されることで、画像の出力(表示)終了の指示が入力されたか否かが判定される。終了の指示が入力されていないと判定された場合、処理はステップS901に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。これに対し、終了の指示が入力されたと判定された場合、処理は終了する。
- [0347] また、蓄積装置2341は、その記録媒体が例えば、DVD、ビデオテープ等である場合にも適用可能である。
- [0348] 上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、

そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、ネットワークや記録媒体からインストールされる。

- [0349] 本明細書において、上述した一連の処理を実行するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理を含むものである。
- [0350] 図76は、本発明を監視カメラシステムに適用した場合の例を表している。この監視カメラシステム2800においては、CCDビデオカメラ等よりなる撮像部2801により撮像された画像が画像ディスプレイ2802に表示される。追尾対象検出部2803は、撮像部2801より入力された画像から追尾対象を検出し、検出結果をオブジェクト追尾部2805に出力する。オブジェクト追尾部2805は、撮像部2801より供給された画像中の、追尾対象検出部2803により指定された追尾対象を追尾するように動作する。オブジェクト追尾部2805は、上述した図1のオブジェクト追尾装置1と基本的に同様の構成を有している。カメラ駆動部2804は、オブジェクト追尾部2805からの制御に基づいて、撮像部2801が追尾対象の追尾点を中心とする画像を撮影するように撮像部2801を駆動する。
- [0351] 制御部2806は、例えば、マイクロコンピュータなどにより構成され、各部を制御する。制御部2806には、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどにより構成されるリムーバブルメディア2807が必要に応じて接続され、プログラム、その他各種のデータが必要に応じて供給される。
- [0352] 次に、図77のフローチャートを参照して、監視処理の動作について説明する。監視システム2800の電源がオンされているとき、撮像部2801は監視領域を撮像し、その撮像して得られた画像を追尾対象検出部2803、オブジェクト追尾部2805、および画像ディスプレイ2802に出力している。追尾対象検出部2803は、ステップS931において、撮像部2801から入力された画像から追尾対象を検出する処理を実行する。追尾対象検出部2803は、例えば、動く物体が検出された場合、その動く物体を追尾対象として検出する。追尾対象検出部2803は、追尾対象の中から、例えば、最も

輝度の高い点、あるいは追尾対象の中心の点などを追尾点として検出し、オブジェクト追尾部2805に出力する。

[0353] ステップS932において、オブジェクト追尾部2805は、ステップS931で検出された追尾点を追尾する追尾処理を実行する。この追尾処理は、上述した図1のオブジェクト追尾装置1の処理と同様の処理である。

[0354] ステップS933において、オブジェクト追尾部2805は、追尾点の画面上の位置を検出する。そして、ステップS934においてオブジェクト追尾部2805は、ステップS933の処理により検出された追尾点の位置と画像の中央との差を検出する。ステップS935において、オブジェクト追尾部2805は、ステップS934の処理で検出した差に対応するカメラ駆動信号を生成し、カメラ駆動部2804に出力する。ステップS936において、カメラ駆動部2804はカメラ駆動信号に基づいて撮像部2801を駆動する。これにより撮像部2801は、追尾点が画面の中央に位置するようにパンまたはチルトする。

[0355] ステップS937において、制御部2806は、ユーザからの指示に基づいて監視処理を終了するか否かを判定し、ユーザから終了が指示されていない場合には、ステップS931に戻り、それ以降の処理を繰り返し実行する。ユーザから監視処理の終了が指示された場合、ステップS937において終了すると判定され、制御部2806は監視処理を終了する。

[0356] 以上のようにして、この監視カメラシステム2800においては、動く物体が自動的に追尾点として検出され、その追尾点を中心とする画像が画像ディスプレイ2802に表示される。これにより、より簡単かつ確実に、監視処理を行うことが可能となる。

[0357] 図78は、本発明を適用した他の監視カメラシステムの構成例を表している。この監視カメラシステム2900は、撮像部2901、画像ディスプレイ2902、オブジェクト追尾部2903、カメラ駆動部2904、制御部2905、指示入力部2906、およびリムーバブルメディア2907により構成されている。

[0358] 撮像部2901は、撮像部2801と同様に、CCDビデオカメラなどにより構成され、撮像した画像を画像ディスプレイ2902とオブジェクト追尾部2903に出力する。画像ディスプレイ2902は、入力された画像を表示する。オブジェクト追尾部2903は、上述した図1のオブジェクト追尾装置1と基本的に同様の構成とされている。カメラ駆動部29

04は、オブジェクト追尾部2903からの制御に基づいて、撮像部2901を所定の方向にパン、チルト駆動する。

- [0359] 制御部2905は、例えばマイクロコンピュータなどにより構成され、各部を制御する。指示入力部2906は、各種のボタン、スイッチ、あるいはリモートコントローラなどにより構成され、ユーザからの指示に対応する信号を制御部2905に出力する。リムーバブルメディア2907は、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどにより構成され、必要に応じて接続され、制御部2905に必要なプログラムやデータなどを適宜供給する。
- [0360] 次に、図79のフローチャートを参照して、その動作について説明する。
- [0361] ステップS961において、制御部2905は、ユーザより追尾点が指定されたか否かを判定する。追尾点が指定されていないならば、ステップS969に進み、制御部2905は、ユーザより処理の終了が指示されたか否かを判定し、終了が指示されていないならば、ステップS961に戻り、それ以降の処理を繰り返し実行する。
- [0362] すなわち、この間、撮像部2901が撮像エリアを撮像して得られた画像が画像ディスプレイ2902に出力され、表示されている。この画像を見て、監視エリアを監視する処理を終了させる場合、ユーザ(監視者)は指示入力部2906を操作して終了を指令する。終了が指令されたとき、制御部2905は、監視処理を終了する。
- [0363] 一方、ユーザは、画像ディスプレイ2902に表示されている画像を見て、例えば不審者などが表示されたとき、その不審者の所定の点を追尾点として指定する。この指定は、指示入力部2906を操作することで行われる。ユーザが追尾点を指定したとき、ステップS961において、追尾点が指定されたと判定され、ステップS962に進み、追尾処理が実行される。以下、ステップS962乃至ステップS967において実行される処理は、図77のステップS932乃至ステップS937において行われる処理と同様の処理である。すなわち、これにより、撮像部2901が指定された追尾点が画面の中央に来るように駆動される。
- [0364] ステップS967において、制御部2905は、監視の終了が指示されたか否かを判定し、指示された場合処理を終了するが、指示されていない場合には、ステップS968に進み、ユーザより追尾の解除が指示されたか否かを判定する。ユーザは、例えば、

一旦追尾を指定したものが不審者でないとわかったとき、指示入力部2906を操作して、追尾の解除を指示することができる。制御部2905は、ステップS968で、追尾の解除が指示されていないと判定された場合、ステップS962に戻り、それ以降の処理を実行する。すなわち、この場合には、指定された追尾点を追尾する処理が継続される。

- [0365] ステップS968において追尾の解除が指示されたと判定された場合、追尾処理は解除され、処理はステップS961に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。
- [0366] 以上のようにして、この監視カメラシステム2900においては、ユーザが指示した追尾点の画像が画像ディスプレイ2902の中央に表示される。従って、ユーザは、所望の画像を任意に選択して、きめ細やかに監視を行うことが可能となる。
- [0367] 本発明は、テレビジョン受像機や監視カメラシステムに限らず、各種の画像処理装置に適用することが可能である。
- [0368] なお、以上においては、画像の処理単位をフレームとしたが、フィールドを処理単位とする場合にも本発明は適用が可能である。
- [0369] 上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、ネットワークや記録媒体からインストールされる。
- [0370] この記録媒体は、図76、または図78に示されるように、装置本体とは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク（フロッピディスクを含む）、光ディスク（CD-ROM(Compact Disk-Read Only Memory),DVD(Digital Versatile Disk)を含む）、光磁気ディスク（MD(Mini-Disk)を含む）、もしくは半導体メモリなどよりなるリムーバブルメディア2807、2907により構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROMやハードディスクなどで構成される。
- [0371] なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは

、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

[0372] また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

[0373] 図80は、本発明を監視カメラシステムに適用した場合の構成例を表している。この監視カメラシステム3001においては、CCDビデオカメラ等よりなる撮像部3021により撮像された画像が画像ディスプレイ3023に表示される。追尾対象検出部3024は、撮像部3021より入力された画像から追尾対象を検出し、検出結果をオブジェクト追尾部3026に出力する。オブジェクト追尾部3026は、上述した図1のオブジェクト追尾装置1と基本的に同様の構成を有している。

[0374] オブジェクト追尾部3026は、撮像部3021より供給された画像中の、追尾対象検出部3024により指定された追尾点を追尾するように動作する。エリア設定部3025は、オブジェクト追尾部3026からの出力結果に基づいて、撮像部3021により撮像された画像の中から、追尾点を含むオブジェクトの周辺の所定の領域(エリア)を設定し、その領域を指定する位置情報を画像補正部3022に出力する。画像補正部3022は、撮像部3021により撮像された画像の中のエリア設定部3025により設定された領域について、画像のぼけ(フォーカスぼけ)を除去する補正を行い、画像ディスプレイ3023に出力する。カメラ駆動部3029は、オブジェクト追尾部3026からの制御に基づいて、撮像部3021が追尾点を中心とする画像を撮影するように撮像部3021を駆動する。

[0375] 制御部3027は、例えば、マイクロコンピュータなどにより構成され、各部を制御する。制御部3027には、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどにより構成されるリムーバブルメディア3028が必要に応じて接続され、プログラム、その他各種のデータが必要に応じて供給される。制御部3027は、また、図示せぬ入出力インタフェースを介して、ユーザからの指示(コマンドなど)の入力を受け付ける。

[0376] 次に、図81のフローチャートを参照して、監視処理の動作について説明する。監視システム3001の電源がオンされているとき、撮像部3021は監視する領域を撮像し、その撮像して得られた画像を追尾対象検出部3024、オブジェクト追尾部3026、お

よび画像補正部3022を介して画像ディスプレイ3023に出力する。追尾対象検出部3024は、ステップS1001において、撮像部3021から入力された画像から追尾対象を検出する処理を実行する。追尾対象検出部3024は、例えば、動く物体が検出された場合、その動く物体を追尾対象として検出する。追尾対象検出部3024は、追尾対象の中から、例えば、最も輝度の高い点、あるいは追尾対象の中心の点などを追尾点として検出し、オブジェクト追尾部3026に出力する。

[0377] ステップS1002において、オブジェクト追尾部3026は、ステップS1001で検出された追尾点を追尾する追尾処理を実行する。この処理により、撮像部8021により撮像された画像の中の追尾対象となるオブジェクト(例えば、人、動物など)の中の追尾点(例えば、目、頭の中心)が追尾され、その追尾位置を表す位置情報がエリア設定部3025に出力される。

[0378] ステップS1003において、エリア設定部3025は、オブジェクト追尾部3026からの出力に基づいて、追尾対象のオブジェクトの周辺の所定の領域(例えば、追尾点を中心として、所定の大きさの四角形で表される領域)を補正対象エリアとして設定する。

[0379] ステップS1004において、画像補正部3022は、撮像部3021により撮像された画像の中で、エリア設定部3025により設定された補正対象エリア内の画像を補正する画像補正処理を実行する。画像補正処理の詳細については、図93を参照して後述するが、この処理により、補正対象エリア内の画像について、画像のぼけが除去された鮮明な映像が提供される。

[0380] ステップS1005において、画像ディスプレイ3023は、ステップS1004で補正された画像、すなわち、撮像部3021により撮像された画像であって、特に、補正対象エリア内のみが鮮明になるように補正された画像を出力する。

[0381] ステップS1006において、オブジェクト追尾部3026は、ステップS1002の処理による追尾結果に基づいて、オブジェクトの移動を検出し、移動したオブジェクトを撮像できるようにカメラを駆動させるカメラ駆動信号を生成し、カメラ駆動部3027に出力する。ステップS1007において、カメラ駆動部3027はカメラ駆動信号に基づいて撮像部3021を駆動する。これにより撮像部3021は、追尾点が画面のから外れてしまうこと

がないようにカメラをパンまたはチルトする。

- [0382] ステップS1008において、制御部3027は、ユーザからの指示に基づいて監視処理を終了するか否かを判定し、ユーザから終了が指示されていない場合には、ステップS1001に戻り、それ以降の処理を繰り返し実行する。ユーザから監視処理の終了が指示された場合、ステップS1008において終了すると判定され、制御部3027は監視処理を終了する。
- [0383] なお、追尾対象検出部3024から出力された追尾点の情報に基づいて、検出された追尾対象を追尾させるとともに、画像ディスプレイ3023に表示される画面の中に、追尾点が表示されるように(追尾点が画面の外にでないように)、カメラ駆動部3029に制御信号が出力され、カメラ(撮像部3021)の駆動が制御され、また、追尾点の画面上での位置の情報などの追尾結果が、エリア設定部3025、制御部3027などに出力される。
- [0384] 図82A乃至Cは、このとき画像ディスプレイ3023に表示される画像の例を、時系列に示した図である。図82Aは、撮像部3021により、追尾対象となるオブジェクト3051が撮像された画像の例であり、この例では、図中左方向に走って移動する人が、オブジェクト3051として撮像されている。図82Bでは、オブジェクト3051が、図82Aの位置から図中左に移動しており、図82Cでは、オブジェクト3051が、図82Bの位置からさらに左に移動している。
- [0385] 追尾対象検出部3024は、図81のステップS1001で、オブジェクト3051を検出し、このオブジェクト3051(人)の目を、追尾点3051Aとしてオブジェクト追尾部3026に出力する。ステップS1002ではオブジェクト追尾部3026により追尾処理が行われ、エリア設定部3025により、ステップS1003で追尾対象のオブジェクト3051(追尾点3051A)の周辺の所定領域が補正対象エリア3052として設定される。
- [0386] 上述したように、オブジェクト追尾部3026は、追尾点3051Aに基づいて、オブジェクト3051を追尾するので、オブジェクト3051が移動すると、追尾点3051Aも移動し、その追尾結果(位置)がエリア設定部3025に出力される。このため、図82A乃至図82Cに示されるように、オブジェクト3051が図中左に移動していくと、補正対象エリア3052も図中左に移動していく。

- [0387] 移動するオブジェクト3051(追尾点3051A)に対応する補正対象エリア3052の設定は、例えば、次のようにして行われる。図83は、補正対象エリアとして、追尾点の周辺に所定の大きさの四角形の領域が設定される例を示す。同図において、最初に補正対象エリア3071Aが設定されたものとする。最初の補正対象エリア3071Aとしては、例えば、追尾点3051Aを基準として、それを中心とする一定の範囲が設定される。勿論、ユーザにより指定された場合には、その指定された範囲が補正対象エリア3071Aとして設定される。このときエリア設定部25は、補正対象エリア3071Aの左上の角の座標(X,Y)を、内蔵するメモリに記憶する。オブジェクト3051の追尾点3051Aが移動すると、オブジェクト追尾部3026による追尾が行われ、追尾点3051Aの、画面上におけるX軸方向(図中左右の方向)、Y軸方向(図中上下方向)の位置(または移動距離)の情報が、追尾結果としてエリア設定部3025に供給される。
- [0388] そして、上述した左上の角の座標に基づいて、補正対象エリアが設定される。例えば、追尾点3051Aが画面上で、X軸方向にx、Y軸方向にyだけそれぞれ移動すると、エリア設定部3025は、補正対象エリア3071Aの左上の座標(X,Y)に、xとyを加算し、座標(X+x, Y+y)を計算し、その座標を新たな補正対象エリア3071Bの左上の角の座標として記憶するとともに、補正対象エリア3071Bを設定する。追尾点3051AがX軸方向にa、Y軸方向にbだけさらに移動すると、エリア設定部3025は、補正対象エリア3071Aの左上の座標(X+x,Y+y)に、aとbを加算し、座標(X+x+a, Y+y+b)を計算し、その座標を新たな補正対象エリア3071Cの左上の角の座標として記憶するとともに、補正対象エリア3071Cを設定する。
- [0389] このように、オブジェクト(追尾点)の移動に伴って、補正対象エリアも移動していく。
- [0390] また、上述したように、補正対象エリア3052内の画像については、画像補正部3022による画像補正処理(図81のステップS1004)が行われ、画像のぼけが除去されて、画像ディスプレイ3023に表示される。従って、図82A乃至Cに示される画像は、補正対象エリア3052内が鮮明に表示され、補正対象エリア3052の外の領域(背景)である背景3053の画像は、補正対象エリア3052内の画像と比較すると、相対的に不鮮明に表示される。
- [0391] このようにすることで、画像ディスプレイ3023に表示される画像の中で、補正対象

エリア3052内のオブジェクト3051が、常に鮮明に表示されるので、画像ディスプレイ3023を観察するユーザは、自然にオブジェクト3051を注目するようになり、その結果、例えば不審者の侵入、物体の移動などをより迅速に発見することができる。また、オブジェクト3051は、鮮明に表示されるので、移動するオブジェクト(例えば、人物)が何(誰)であるのか、ユーザに、正確に認識させることができる。

[0392] 前述の通り、オブジェクト追尾部3026は、上述した図1のオブジェクト追尾装置1と基本的に同様の構成を有しているため、その構成および動作に関して、ここでのこれ以上の詳細な説明を省略する。

[0393] 以上のように、図80のオブジェクト追尾部3026を構成することにより、追尾すべきオブジェクト3051(図82)が回転したり、オクルージョンが発生したり、あるいはシーンチェンジにより、オブジェクト3051の追尾点3051Aが一時的に表示されなくなるような場合でも、画像の中で移動するオブジェクト3051(追尾点3051A)を正確に追尾することができる。

[0394] このようにして追尾されるオブジェクト3051の追尾点3051Aの位置情報が、図80のオブジェクト追尾部3026による追尾結果としてエリア設定部3025に出力されることにより、エリア設定部3025によって、上述したように補正対象エリア3052が設定される。そして、画像補正部3022が補正対象エリア3052の中の画像のぼけ(フォーカスぼけ)を除去する。

[0395] 次に、図80の画像補正部3022の詳細な構成例と、その動作について説明する。図84は、画像補正部3022の詳細な構成例を示すブロック図である。この例では画像補正部3022に、エリア設定部3025の出力信号に基づいて制御信号を生成し、その制御信号を各部に供給する制御信号生成部3741、入力画像の特徴を検出する画像特徴検出部3742、制御信号に基づいて、アドレスの演算を行うアドレス演算部3743、アドレス演算部3743により演算されたアドレスに基づいて、予め記憶された所定の係数を出力する係数ROM3744、および入力画像の中の所定の領域に対応する複数の画素を抽出する領域抽出部3745が設けられている。

[0396] また、領域抽出部3745から出力された画素のレベルに対して、係数ROM3744から出力された係数に基づく積和演算を行い、新たに修正された画素レベルを出力す

る積和演算部3746、および積和演算部3746の出力結果と制御信号に基づいて、補正対象エリア3052内の画像と、背景3053を合成し、出力する画像合成部3747が設けられている。

[0397] 図85は、制御信号生成部3741が生成する制御信号の例を示す図である。制御信号Aは、入力画像の中の修正すべき部分(補正対象エリア3052)を特定する信号であり、エリア設定部3025の出力に基づいて生成され、領域抽出部3745と画像合成部3747に供給される。制御信号Bは、後述するぼけの度合いを表すパラメータ σ を特定する信号であり、アドレス演算部3743に供給される。パラメータ σ の値は、例えば、制御部3027を介して行われる、ユーザの指定に基づいて特定されるようにしてもよいし、予め設定されるようにしてもよい。

[0398] 制御信号Cは、後述するぼけのモデル式を解くために用いられる関係式の重み W_a の切り替えを指定する信号であり、アドレス演算部3743に供給される。制御信号Dは、画像の特徴を検出するとき用いられる閾値の切り替えを指定する信号であり、画像特徴検出部742に供給される。制御信号CとDについては、監視カメラシステム3001の特性などを考慮して予め設定されるようにしてもよいし、制御部3027を介して行われる、ユーザの指定に基づいて生成されるようにしてもよい。

[0399] 次に、画像のぼけの原理について説明する。いま、カメラのピントが適正に設定され被写体がフォーカスぼけしていない画像の画素のレベル X を真値とし、カメラのピントが外れて被写体がフォーカスぼけした画像の画素のレベル Y を観測値とする。画像を構成する複数の画素を表現するために、画像の水平方向の座標を x であらわし、垂直方向の座標を y で表すと、真値は、 $X(x,y)$ で表され、観測値は、 $Y(x,y)$ で表すことができる。

[0400] 本発明では、ぼけのモデル式として、式(6)を適用する。式(6)においては、式(7)に示されるガウス関数を用い、真値 $X(x,y)$ にガウス関数を畳み込むことにより観測値 $Y(x,y)$ が得られる。

[0401] [数4]

$$Y(x, y) = \sum_{\substack{-r < i < r \\ -r < j < r}} [W(i, j) \times X(x+i, y+j)] \quad \cdots (6)$$

[0402] [数5]

$$W(j, i) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{j^2+i^2}{2\sigma^2}} \quad \dots (7)$$

[0403] 式(6)において、パラメータ σ は、ぼけの度合いを表すパラメータである。

[0404] 式(6)によれば、1つの観測値 $Y(x, y)$ は、変数 i と j ($-r < i < r$, $-r < j < r$)により変化する複数の真値 $X(x+i, y+j)$ を係数 W で重みづけすることにより求められる。従って、ぼけのない画像の1つの画素のレベルは、ぼけた画像の複数の画素のレベルに基づいて得られたものとされる。

[0405] また、上述したパラメータ σ の値により画像のぼけの度合いが変化する。パラメータ σ の値が比較的小さい場合、真値の情報が観測値において広範囲に拡散されておらず、比較的ぼけの小さい画像となる。これに対して、パラメータ σ の値が比較的大きい場合、真値の情報が観測値において広範囲に拡散され、比較的ぼけの大きい画像となる。

[0406] このように、パラメータ σ の値の変化により、画像のぼけの度合いは変化する。このため、画像のぼけを正確に修正するためには、パラメータ σ の値を適切に求める必要がある。本発明においては、パラメータ σ の値をユーザが指定する。あるいは、監視カメラシステム1の特性などが考慮され、最適な値が予め設定されるようにしてもよい。

[0407] 図86乃至図89を参照して、画像のぼけの原理についてさらに詳しく説明する。図86Aは、簡単のため、画素が水平方向に一次元に配列されたものとして、ある画像における、真値 X_0 乃至 X_8 を表す図である。図86Cは、図86Aに対応する観測値を表す図である。図86Bは、係数 $W(i)$ の大きさを棒グラフ状に表した図である。この例では、変数 i が、 $-2 < i < 2$ とされ、中央の棒グラフが、係数 $W(0)$ とされ、左端の棒グラフから順番に係数 $W(-2)$, $W(-1)$, $W(0)$, $W(1)$, $W(2)$ とされる。

[0408] ここで、式(6)に基づいて、図86Cの観測値 Y_2 を求めると、次のようになる。

[0409] $Y_2 = W(-2)X_2 + W(-1)X_3 + W(0)X_4 + W(1)X_5 + W(2)X_6$

[0410] 同様にして、図86Cの観測値 Y_0 を求める場合、真値の中で、図87の枠3790-1で示される部分に基づいて、演算を行うことにより、次のように観測値 Y_0 が求められる。

[0411] $Y0 = W(-2)X0 + W(-1)X1 + W(0)X2 + W(1)X3 + W(2)X4$

[0412] さらに、観測値Y1を求める場合、図87の枠3790-2で示される部分に基づいて、演算を行うことにより、次のように観測値Y1が求められる。

[0413] $Y1 = W(-2)X1 + W(-1)X2 + W(0)X3 + W(1)X4 + W(2)X5$

[0414] Y3、Y4についても、同様にして求めることができる。

[0415] 図88と図89は、図86Aと図86Cの関係を2次元で表したものである。すなわち、図84を構成する各画素のレベルは、観測値であり、図89を構成する各画素のレベルを真値として、得られたものである。この場合、図88における画素Aに対応する観測値Y(x,y)は次のようにして求められる。

[0416]
$$(Y(x, y) = W(-2, -2)X(x-2, y-2) + W(-1, -2)X(x-1, y-2) \\ + W(0, 2)X(x, y-2) \dots + W(2, 2)X(x+2, y+2))$$

[0417] すなわち、図88の画素Aに対応する観測値は、図89において画素A' (画素Aに対応する)を中心として枠aで示される25(=5×5)個の画素に対応する真値に基づいて求められる。同様に、図88の画素B(画素Aの図中右隣の画素)に対応する観測値は、図89において、画素B' (画素Bに対応する)を中心とした25個の画素に対応する真値に基づいて求められ、図88の画素Cに対応する観測値は、図89において、画素C' (画素Cに対応する)を中心とした25個の画素に対応する真値に基づいて求められる。図88の画素BとCに対応する観測値Y(x+1,y)とY(x+2,y)を求める式を次に示す。

[0418]
$$Y(x+1, y) = W(-2, -2)X(x-1, y-2) + W(-1, -2)X(x, y-2) + W(0, -2)X(x+1, y-2) \dots \\ + W(2, 2)X(x+3, y+2)$$

[0419]
$$Y(x+2, y) = W(-2, -2)X(x, y-2) + W(-1, -2)X(x+1, y-2) + W(0, -2)X(x+2, y-2) \dots \\ + W(2, 2)X(x+4, y+2)$$

[0420] このようにして、図88の各画素に対応する観測値をもとめていくと、式(8)乃至(11)に示されるような行列式が得られる

[0421] [数6]

$$Y_f = \begin{pmatrix} Y(x, y) \\ Y(x+1, y) \\ Y(x+2, y) \\ Y(x+3, y) \\ \vdots \\ Y(x, y+1) \\ Y(x+1, y+1) \\ \vdots \\ Y(x+7, y+7) \end{pmatrix} \quad \dots (8)$$

[0422] [数7]

$$W_f = \begin{pmatrix} W(-2, -2) & W(-1, -2) & \dots & W(2, 2) \\ W(-2, -2) & W(-1, -2) & \dots & W(2, 2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W(-2, -2) & W(-1, y-2) & \dots & W(2, 2) \end{pmatrix} \quad \dots (9)$$

[0423] [数8]

$$X_f = \begin{pmatrix} X(x-2, y-2) & X(x-1, y-2) & \dots & X(x, y-2) \\ X(x-1, y-2) & X(x, y-2) & \dots & X(x+1, y-2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X(x+2, y+2) & X(x+3, y+2) & \dots & X(x+9, y+9) \end{pmatrix} \quad \dots (10)$$

[0424] [数9]

$$Y_f = W_f X_f \quad \dots (11)$$

[0425] ここで、式(11)に示した行列式において、行列 W_f の逆行列を求めることができれば、観測値 Y_f に基づいて真値 X を求めることができる。すなわち、ぼけた画像の画素に基づいて、ぼけのない画像の画素を得ることができ、ぼけた画像を修正することができる。

[0426] しかし、式(8)乃至式(11)に示した行列式は、図86乃至図89を参照して上述したように、観測値の画素に対して、真値の画素が多く、このままでは逆行列を求めること

ができない(例えば、図87の例では、観測値の画素1個に対して真値の画素5個が必要となる。))。

[0427] そこで、式(8)乃至式(11)に加えて、式(12)乃至式(15)に示される関係式を導入する。

[0428] [数10]

$$W_a(p_1)W_1(p_2)(X(x, y) - X(x, y-1)) = 0 \quad \dots (12)$$

[0429] [数11]

$$W_a(p_1)W_2(p_2)(X(x, y) - X(x+1, y)) = 0 \quad \dots (13)$$

[0430] [数12]

$$W_a(p_1)W_3(p_2)(X(x, y) - X(x, y+1)) = 0 \quad \dots (14)$$

[0431] [数13]

$$W_a(p_1)W_4(p_2)(X(x, y) - X(x-1, y)) = 0 \quad \dots (15)$$

[0432] 式(12)乃至式(15)は、隣接する画素のレベルの差分について限定を加えるものであり、求めるべき真値が、画像の平坦な(隣接する画素のレベルと大きな差がない)部分である場合には矛盾がない。しかし、求めるべき真値がエッジ部分である(隣接する画素のレベルと大きな差がある)場合には矛盾が生じ、修正した画像に劣化が生じる恐れがある。このため、ぼけた画像を適正に修正するためには、式(12)乃至式(15)の4つの関係式を、真値のエッジ部分をまたがないように画素ごとに使い分ける必要がある。

[0433] そこで、画像特徴検出部3742において、入力画像の中のエッジ部分と平坦部分の判定を行い、どの方向(例えば、上下左右)に平坦になっているかを表すコードp2を生成する。なお、画像特徴検出部3742の詳細な動作については、図94を参照して後述する。また、本発明では、入力画像(観測値)の中のエッジ部分と平坦部分の判定結果が、真値の中でのエッジ部分と平坦部分の判定結果に等しいと仮定する。

[0434] 式(12)乃至式(15)において、コードp2の関数である関数W1乃至W4は、重み関数とされる。本発明においては、コードp2に応じてこの重み関数W1乃至W4が制御されることで、画素ごとの関係式の使い分けが行われるようにする。図90にコードp2

に対応する重み関数 $W1$ 乃至 $W4$ の値を示す。この重み関数の値が大きい場合、式(12)乃至式(15)において平坦であるという意味合いが強くなり、重み関数の値が小さい場合、その意味合いが弱くなる(エッジである意味合いが強くなる)。

[0435] コード $p2$ は、4ビットにより構成されており、それぞれのビットは、左から順番に、上、右、下または左方向に平坦か否かを示しており、その方向に平坦である場合には、対応するビットが「1」に設定される。例えば、コード $p2$ が「0001」の場合、注目画素の左方向に平坦であり、それ以外の方向は平坦ではない(エッジが存在する)ことを表す。このため、コード $p2$ が「0001」の場合、重み関数 $W4$ の値が大きくなり、式(12)乃至式(15)の4つの関係式の中で式(15)の重みが大きくなる。このようにすることで、コード $p2$ により、4つの関係式の重みを変化させることができ、4つの関係式を、エッジをまたがないように画素ごとに使い分けることができる。

[0436] 例えば、図91に示されるように、注目画素 Xa の上方向と左方向が平坦であり、右方向と下方向がエッジである場合、コード $p2$ により、式(12)乃至式(15)の4つの関係式の重みを変化させることにより、隣接する画素のレベルの差分について、「 $Xa-Xb=0$ 」、「 $Xa-Xc=0$ 」という限定が加えられるが、「 $Xa-Xd=0$ 」、「 $Xa-Xe=0$ 」という限定は加えられない。なお、 Xb , Xc , Xd , Xe は、それぞれ注目画素 Xa の右、下、上、または左に隣接する画素を表す。

[0437] また、式(12)乃至式(15)において、関数 Wa は、別の重み関数であり、やはりコード $p1$ により重み関数 Wa の値が変化する。重み関数 Wa の値を変化させることで、修正された画像の全体のノイズ、ディテールを制御することができる。重み関数 Wa の値が大きいと、修正された画像においてノイズの影響が小さく感じられ、ノイズ感が減少する。また、重み関数 Wa の値が小さいと、修正された画像においてディテールが強調されたように感じられ、ディテール感が向上する。なお、重み関数 Wa の値を変化させるコード $p1$ は、図85の制御信号 C に対応している。

[0438] このように、式(8)乃至式(11)に加えて、式(12)乃至式(15)に示される関係式を導入する。これにより、式(16)に示されるような逆行列を演算することが可能になり、その結果、観測値に基づいて真値を求めることができる。

[0439] [数14]

$$X_s = W_s^{-1} Y_s \quad \cdots (16)$$

- [0440] 本発明では、観測値 Y_s にかかる係数 W_s^{-1} が係数ROM3744に予め保持され、領域抽出部3745により抽出された入力画像に対して、式(16)の行列式の演算(積和演算)が積和演算部3746により行われる。このようにすることで、画像の修正を行う都度、逆行列演算を行う必要がなく、積和演算だけでぼけを修正することが可能になる。ただし、入力画像に応じて、パラメータ σ や、上述した4つの関係式が異なるため、想定しうるそれらの全ての組み合わせでの逆行列演算を予め行っておき、パラメータ σ 、コードp2などに対応するアドレスを定めて、そのアドレス毎に異なる係数が係数ROM3744に格納される。
- [0441] しかし、例えば、図89に示される枠(t)内の25(=5×5)個のすべてに画素において、重み関数W1乃至W4の組み合わせを変化させ、4つの関係式を切り替えた場合、15(=図55に示した関数W1乃至W4の組み合わせ)の25(枠(t)内の画素数)乗の組み合わせが存在し、それぞれの組み合わせごとに逆行列演算を行うと、係数の数が膨大になり、係数ROM3744の容量には制限があるため、全ての係数を格納しきれなくなるおそれがある。このような場合、枠(t)内の中心画素である X_t のみ、その特徴に基づいて、コードp2を変化させて関係式を切り替え、枠(t)内の画素 X_t 以外画素の関係式については、例えばコードp2が擬似的に、「1111」に固定されるようにしてもよい。このようにすることで、係数の組み合わせを15通りに限定することができる。
- [0442] なお以上においては、ぼけの原理(モデル式)を説明するために、ガウス関数の定義域を、 $-2 \leq (x,y) \leq 2$ としたが、実際には、パラメータ σ の値が十分大きくても対応できるような範囲が設定される。また、式(12)乃至式(15)に示した関係式についても、画像の特徴を記述する式であれば、これに限定されるものではない。さらに、係数ROM3744の容量に制限がある場合の例として、ぼけの中心位相(X_t)のみに限定して関係式を切り替える例を説明したが、それに限定されるものではなく、係数ROM3744の容量に応じて、関係式の切り替え方法を変えてもよい。
- [0443] 次に図92を参照して、画像補正部3022によるぼけ修正処理について説明する。ステップS1801において、画像補正部3022は、処理対象領域を検出する。この処

理対象領域は、ぼけの修正を行うべき領域、すなわち補正対象エリア3052であり、エリア設定部3025から出力される信号に基づいて検出される。

- [0444] ステップS1802において、画像補正部22は、パラメータ σ の値を取得する。パラメータ σ は、ユーザにより指定されるようにしてもよいし、予め設定された値が取得されるようにしてもよい。ステップS1803において、画像補正部22は、図93を参照して後述する画像補正処理を実行する。これにより、ぼけた画像が修正され、出力される。
- [0445] このようにして、補正対象エリア3052内の画像については、画像のぼけが除去されて鮮明な画像となる。
- [0446] 次に、図93を参照して、図92のステップS1803の画像補正処理の詳細について説明する。
- [0447] ステップS1821において、画像特徴検出部3742は、図94を参照して後述する画像特徴検出処理を実行する。これにより、注目画素に対して、どの方向に平坦なのかが判定され、図90を参照して上述したコードp2が生成され、アドレス演算部3743に出力される。
- [0448] ステップS1822において、アドレス演算部3743は、係数ROM3744のアドレスを演算する。係数ROM3744のアドレスは、例えば、コードp2に対応する4ビット(画像特徴検出部3742の出力)、パラメータ σ の値を表す4ビット(図85の制御信号B)、および、上述した4つの関係式の重み関数 W_a を切り替えるコードp1に対応する2ビット(図85の制御信号C)により構成され、0乃至1023の1024(2^{10})個アドレスが存在する。アドレス演算部3743は、画像特徴検出部3742の出力、制御信号B、および制御信号Cに基づいて、対応するアドレスを演算する。
- [0449] ステップS1823において、アドレス演算部3743は、ステップS1822で演算したアドレスに基づいて、係数ROM3744から係数を読み出し、積和演算部3746に供給する。
- [0450] ステップS1824において、積和演算部3746は、ステップS1823で読み出された係数に基づいて、画素毎に積和演算を行い、その結果を後処理部3747に出力する。これにより、上述したように、観測値から真値が求められ、ぼけた画像が修正される。

- [0451] ステップS1825において、画像合成部3747は、図97を参照して後述する画像合成処理を実行する。これにより、画素毎に、積和演算部3746の処理結果を出力するか、入力画像をそのまま出力するかが判定される。ステップS1826において、後処理部3747は、補正後処理され、選択された画像を出力する。
- [0452] 次に図94を参照して、図93のステップS1821の画像特徴検出処理について説明する。ステップS1841において、画像特徴検出部3742は、ブロックを抽出し、ステップS1842において、ステップS1841で抽出されたブロック間の差分を演算する(その詳細は、図96を参照して後述する)。ステップS1843において、画像特徴検出部3742は、ステップS1842で演算されたブロック差分を予め設定されている閾値と比較し、その比較結果に基づいて、ステップS1844において、注目画素に対して平坦な方向を表すコードであるコードp2を出力する。
- [0453] 図95と図96を参照して、画像特徴検出処理について、さらに詳しく説明する。図95は、画像特徴検出部3742の詳細な構成例を示すブロック図である。同図の左側には、入力された画像の中から所定のブロックを抽出するブロック切り出し部3841-1乃至3841-5が設けられている。ブロック切り出し部3841-1乃至3841-5は、例えば、図96A乃至図96Eに示されるように、図中黒い丸で示される注目画素(いま修正すべき画素)の周辺の、注目画素を含む9(=3×3)個の画素で構成される5つのブロックを抽出する。
- [0454] 図96Aに示されるブロック3881は、その中心に注目画素を有する中心ブロックであり、ブロック切り出し部3841-5により抽出される。図96Bに示されるブロック3882は、ブロック3881を画素1個分図中上に移動した上側ブロックであり、ブロック切り出し部3841-3により抽出される。図96Cに示されるブロック3883は、ブロック3881を画素1個分図中左に移動した左側ブロックであり、ブロック切り出し部3841-4により抽出される。
- [0455] 図96Dに示されるブロック3884は、ブロック3881を画素1個分図中下に移動した下側ブロックであり、ブロック切り出し部3841-1により抽出される。図96Eに示されるブロック3885は、ブロック3881を画素1個分図中右に移動した右側ブロックであり、ブロック切り出し部3841-2により抽出される。ステップS1841においては、注目画

素毎に、ブロック3881乃至3885の5つのブロックが抽出される。

[0456] ブロック切り出し部3841-1乃至3841-5により抽出された各ブロックを構成する画素の情報は、ブロック差分演算部3842-1乃至3842-4に出力される。ブロック差分演算部3842-1乃至3842-4は、各ブロックの画素の差分を、例えば、次のようにして演算する。

[0457] いま、ブロック3881の9個の画素のうち一番上の行の3個の画素(のレベル)を左からa(3881), b(3881), c(3881)とする。中央の行の3個の画素を左からd(3881), e(3881), f(3881)とする。一番下の行の3個の画素を左からg(3881), h(3881), i(3881)とする。同様に、ブロック3884の9個の画素についても、一番上の行の3個の画素(のレベル)を左からa(3884), b(3884), c(3884)とし、中央の行の3個の画素を左からd(3884), e(3884), f(3884)とし、一番上の行の3個の画素を左からg(3884), h(3884), i(3884)とする。ブロック差分演算部3842-1は、ブロック差分B(1)を次のように演算する。

$$[0458] \quad B(1) = |a(3881) - a(3884)| + |b(3881) - b(3884)| + |c(3881) - c(3884)| + \dots \\ + |i(3881) - i(3884)|$$

[0459] すなわち、ブロック差分B(1)は、ブロック3881(中心)とブロック3884(下)において対応する各画素のレベルの差分の絶対値の総和である。同様にして、ブロック差分演算部3842-2は、ブロック3881(中心)とブロック3885(右)において対応する各画素のレベルの差分の絶対値の総和を求め、ブロック差分B(2)を演算する。さらに、ブロック差分演算部3842-3は、ブロック3881(中心)とブロック3882(上)について、ブロック差分演算部3842-3は、ブロック3881(中心)とブロック3883(左)について、それぞれ対応する各画素のレベルの差分の絶対値の総和を求め、ブロック差分B(3)とB(4)を演算する。

[0460] ステップS1842においては、このように中心ブロックと上下左右の4方向のブロックとの差分であるブロック差分B(1)乃至B(4)が演算され、その結果は、対応する閾値判定部3843-1乃至3843-4にそれぞれ出力されると同時に、最小方向判定部844にも供給される。

[0461] 閾値判定部3843-1乃至3843-4は、それぞれブロック差分B(1)乃至B(4)を予

め設定された閾値と比較し、その大小を判定する。なお、この閾値は制御信号Dに基づいて切り替えられる。閾値判定部3843-1乃至3843-4は、それぞれブロック差分B(1)乃至B(4)が予め設定された閾値より大きい場合、その方向はエッジ部分であると判定し、「0」を出力し、閾値より小さい場合、その方向は平坦な部分であると判定し、「1」を出力する。

- [0462] ステップS1843においては、このようにしてブロック差分と閾値の比較が行われる。閾値判定部3843-1乃至3843-4の出力結果は、4ビットのコードとしてセクタ845に出力される。例えば、ブロック差分B(1)、B(3)およびB(4)が閾値より小さく、ブロック差分B(2)が閾値より大きい場合、コードとして「1011」が出力される。
- [0463] ところで、ブロック差分B(1)乃至B(4)が、全て閾値より大きくなってしまう場合(平坦な部分がない場合)も考えられる。この場合、閾値判定部3843-1乃至3843-4から、コードとして「0000」が出力される。しかし、図90に示されるように、コードp2が「0000」の場合、対応する重み関数W1乃至W4が特定できない。そこで、セクタ3845は、閾値判定部3843-1乃至3843-4からの出力結果が「0000」か否かを判定し、閾値判定部3843-1乃至3843-4からの出力結果が「0000」であると判定された場合、最小方向判定部3844からの出力をコードp2として出力する。
- [0464] 最小方向判定部3844は、ブロック差分B(1)乃至B(4)の中で、最小の値を判定し、判定結果に対応した4ビットのコードを、閾値判定部3843-1乃至3843-4がコードを出力するのと同じタイミングで、セクタ3845に出力する。例えば、ブロック差分B(1)乃至B(4)の中で、B(1)が最小であると判定された場合、最小方向判定部3844は、コードとして「1000」をセクタ3845に出力する。
- [0465] このようにすることで、閾値判定部3843-1乃至3843-4からコード「0000」が出力されても、最小方向判定部3844から出力されたコード「1000」がコードp2として出力されるようにすることができる。勿論、閾値判定部3843-1乃至3843-4からの出力結果が「0000」ではない場合は、閾値判定部3843-1乃至3843-4からの出力結果がコードp2として出力される。ステップS3844においては、このようにしてコードp2が生成され、アドレス演算部743に出力される。
- [0466] 次に、図97を参照して、図93のステップS1825の画像合成処理について説明す

る。ステップS1861において、画像合成部3747は、積和演算部3746からの出力結果に基づいて、画素の分散度を演算する。これにより、注目画素の周囲の画素の分散度合いが演算される。ステップS1862において、画像合成部3747は、ステップS1862で演算された分散度は予め設定された閾値より大きいかな否かを判定する。

[0467] ステップS1862において、分散度が閾値より大きいと判定された場合、画像合成部3747は、ステップS1863において、注目画素に対応する入力画像入れ替えフラグをONに設定する。一方、分散度が閾値より大きくないと判定された場合、画像合成部3747は、ステップS1864において、注目画素に対応する入力画像入れ替えフラグをOFFに設定する。

[0468] 入力画像において、もともとぼけていない部分の画素に対して、積和演算部3746により積和演算を行うと、その画素の周囲の画像のアクティビティが大きくなり、かえって画像が劣化してしまう場合がある。ここで、分散度が閾値より大きい場合、その画素は劣化した画素であると判定され、入力画像入れ替えフラグがONに設定される。入力画像入れ替えフラグがONに設定された画素は、出力されるとき、入力画像の画素と入れ替えられて(元の状態に戻されて)出力される。

[0469] ステップS1865において、画像合成部3747は、全ての画素についてチェックしたかな否かを判定し、まだ全画素をチェックしていないと判定された場合、ステップS1861に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。ステップS1865において、全ての画素についてチェックしたと判定された場合、ステップS1866において、画像合成部3747は、画像が補正され、ぼけが除去された補正対象エリア3052内の画像と、背景3053の画像を合成し、画像ディスプレイ3023に出力する。

[0470] このようにして、画素毎に、積和演算結果を出力するか、または入力画像の画素をそのまま出力するかが判定される。このようにすることで、入力画像の中で、もともとぼけていない部分に対して、画像の修正を行うことにより、かえって画像が劣化してしまうことを防止することができる。

[0471] この点について、図98と図99を参照して、さらに詳しく説明する。図98は、画像合成部3747の構成例を示すブロック図である。積和演算部3746からの出力結果が、ブロック切り出し部3901に入力され、ブロック切り出し部3901は、図99に示されるよ

うに、注目画素a5を中心とした9(=3×3)個の画素a1乃至a9を切り出し、分散演算部3802に出力する。分散演算部3802は、分散度を次のようにして演算する。

[0472] [数15]

$$v = \sum_{*=1}^9 (a^* - m)^2 \quad \dots (17)$$

[0473] ここで、mは、ブロック内の9個の画素(のレベル)の平均値を表し、vは、それぞれの画素の平均値との差の2乗の総和であり、ブロック内の画素の分散度を表す。ステップS1861においては、このようにして分散度が演算され、演算結果が閾値判定部3903に出力される。

[0474] 閾値判定部3903は、分散演算部3902からの出力結果(分散度)と予め設定された閾値を比較し、分散度が閾値より大きいと判定された場合、画像合成部3747は、注目画素に対応する入力画像入れ替えフラグをONに設定するように選択部3904を制御する。分散度が閾値より大きくないと判定された場合、画像合成部3747は、注目画素に対応する入力画像入れ替えフラグをOFFに設定するように選択部3804を制御する。ステップS1862乃至S1864においては、このように、分散度が閾値より大きいかな否かが判定され、判定結果に基づいて、入力画像入れ替えフラグが設定される。

[0475] そして、切り替え部3905により、選択部3904による最終処理結果と、入力画像の画素が切り替えられ、出力される。すなわち補正対象エリア3052内の画像の画素は、選択部3904による最終処理結果とされ、背景3053の画像の画素は、入力画像の画素となるように切り替えられる。

[0476] このようにして、オブジェクト3051(図82)が追尾され、オブジェクト3051が含まれる補正対象エリア3052内の画像のみが、画像のぼけが除去されるように修正(補正)され鮮明に表示される。一方、背景3053の画像は、画像のぼけが除去されずに表示されるので、自然に、ユーザを、移動するオブジェクト3051に注目させることができる。

[0477] 以上においては、画像補正部3022により、撮像部3021により撮像された画像の中の補正対象エリア3052内の画像について、画像のぼけが除去されるように、補正

される例について説明したが、画像補正部3022により、画像のぼけが除去されることなく、補正対象エリア3052内の画像について、例えば、画像を構成する各画素の輝度や色などの設定が変更され、単純にハイライト表示されるように、画像が補正されるようにしてもよい。このようにすることで、ユーザがオブジェクト3051を正確に視認することができなくなるおそれはあるものの、やはり、自然に、ユーザを、移動するオブジェクト3051に注目させることができ、また、画像のぼけが除去されるように補正される場合と比較して、画像補正部3022を、より簡単な構成とすることができ、その結果、監視カメラシステム1を、より低コストで実現することができる。

- [0478] なお、上述した一連の処理をハードウェアで実現するか、ソフトウェアで実現するかは問わない。上述した一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、汎用のパーソナルコンピュータなどに、ネットワークやリムーバブルメディアなどの記録媒体からインストールされる。
- [0479] また、本明細書において上述した一連の処理を実行するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

請求の範囲

- [1] 時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する位置推定手段と、
前記第2の点の位置が推定可能でない場合における前記第1の点の候補としての推定点を生成する生成手段と、
前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能である場合、前記位置推定手段による前記推定結果に基づいて、前記後の処理単位における前記第2の点を決定する決定手段と、
前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能でない場合、前記推定点の中から前記第1の点を選択する選択手段と
を備えることを特徴とする画像処理装置。
- [2] 前記処理単位はフレームである
ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [3] 前記位置推定手段は、さらに位置の推定の確度を演算し、演算された前記確度が基準値より大きい場合、前記第2の点の位置が推定可能であると判定する
ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [4] 前記位置推定手段は、前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能でない場合、前記選択手段にて選択された前記第1の点に基づいて、前記第2の点の位置を推定する
ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [5] 前記位置推定手段は、前記第2の点の位置が推定可能である場合に、前記第2の点の位置を新たな第1の点として、次の処理単位の画像上の追尾点の位置の推定を行う
ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [6] 前記生成手段は、
前記第1の点と同一の対象物に属する1つ以上の点の集合を前記前の処理単位、または前記前の処理単位よりさらに前の処理単位において対象領域として推定する領域推定手段と、

前記対象領域に基づき前記推定点を生成する推定点生成手段とを有することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

- [7] 前記領域推定手段は、
推定対象である前記対象領域に少なくとも重なる位置を予測により求め、前記予測された位置であって、対象領域を推定する処理単位における前記追尾点を含む位置に領域推定範囲を設定し、
設定した領域推定範囲の中でサンプル点を設定し、前記サンプル点のうち、同一の動きを有するサンプル点の集合からなる領域であって最も大きい面積を持つサンプル点の集合からなる領域を前記対象領域と推定することを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。
- [8] 前記領域推定範囲は、固定形状であることを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。
- [9] 前記領域推定範囲は、可変形状であることを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。
- [10] 前記領域推定手段は、前記前の処理単位よりさらに前の処理単位において前記対象領域を推定し、
前記生成手段は、前記対象領域の前記前の処理単位における推定された前記対象領域中の点を前記推定点として生成することを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。
- [11] 前記領域推定手段は、前記前の処理単位において前記対象領域を推定し、
前記生成手段は、前記対象領域を構成する点を前記推定点として生成することを特徴とする請求項7に記載の画像処理装置。
- [12] 前記領域推定手段は、前記第1の点と類似する画素値を有する点であって隣接する点およびその隣接する点にさらに隣接する点を、前記対象領域と推定することを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。
- [13] 前記領域推定手段は、前記前の処理単位よりも更に前の処理単位における前記第1の点を含む所定の大きさの領域の中のサンプル点を抽出し、前記サンプル点のうち、同一の動きを有するサンプル点の領域であって最も大きい面積の領域を、その同

一の動きの分だけシフトした前記前の処理単位上の点を含む領域を対象領域と推定する

ことを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

- [14] テンプレートを作成するテンプレート作成手段と、
前記推定点に基づいて前記第2の点を決定することができない場合、前記後の処理単位における所定の領域であるブロックと、そのブロックの処理単位より1処理単位以上前の処理単位の前記テンプレートの所定の領域であるブロックとの相関を算出する相関算出手段とをさらに備え、

前記相関算出手段により算出された前記相関に基づいて、相関が高いと判定された場合、少なくとも前記決定手段を用いて追尾点を検出する

ことを特徴とする請求項6に記載の画像処理装置。

- [15] 前記テンプレート作成手段は、
前記追尾点周辺の所定の領域を前記テンプレートとする
ことを特徴とする請求項14記載の画像処理装置。

- [16] 前記テンプレート作成手段は、
前記対象領域に基づいて前記テンプレートを作成する
ことを特徴とする請求項14記載の画像処理装置。

- [17] 前記相関算出手段により算出された前記相関に基づいて、相関が高いと判定された場合、前記後の処理単位における所定の領域であるブロックより1処理単位以上前の処理単位における前記テンプレートの所定の領域であるブロックと前記追尾点との関係と、相関が高いと判定された前記ブロックの位置とに基づいて、前記第2の点を定める

ことを特徴とする請求項14記載の画像処理装置。

- [18] 前記テンプレート作成手段は、前記対象領域中のサンプル点および、サンプル点の所定の周縁領域からなる領域をテンプレートとする
ことを特徴とする請求項14に記載の画像処理装置。

- [19] 前記相関算出手段は、前記後の処理単位におけるブロックと、そのブロックの処理単位より1処理単位以上前の処理単位の前記テンプレートのブロックとの誤差を演算

することで、前記相関を算出する

ことを特徴とする請求項14記載の画像処理装置。

- [20] シーンチェンジを検出する検出手段をさらに備え、
前記位置推定手段と前記選択手段は、それぞれの処理を、予め定められた条件に基づいて終了するとともに、前記推定点の中から前記第2の点を選択することができない時における前記シーンチェンジの有無に基づいて前記条件を変更することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [21] 前記決定手段は、さらに、
前記時間的に前の処理単位の前記第1の点を含む少なくとも1つ以上の画素である注目画素と、前記時間的に後の処理単位の少なくとも1つ以上の画素であって、前記注目画素の動きベクトルに基づいて規定される対応画素との相関を表す評価値を算出する評価値算出手段と、
前記注目画素を基準とする画素値の変動を表す変動値を算出する変動値算出手段と、
前記評価値と前記変動値に基づいて、前記動きベクトルの確度を演算する確度演算手段と
を備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。
- [22] 前記注目画素の画素数と前記対応画素の画素数は同じであることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [23] 前記変動値は、画素値の空間方向の変動を表わす値であることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [24] 前記変動値は、分散値、またはダイナミックレンジであることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [25] 前記処理単位は、フレームまたはフィールドであることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [26] 前記確度演算手段は、前記評価値を前記変動値で正規化した値に基づいて前記動きベクトルの確度を演算することを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。

- [27] 前記確度演算手段は、前記変動値が所定の閾値よりも大きい場合には、前記評価値を前記変動値で正規化した値を前記動きベクトルの確度とし、前記変動値が前記閾値よりも小さい場合には、前記動きベクトルの確度が低いことを表わす固定値を選択する
- ことを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [28] 前記評価値算出手段は、前記注目画素を含むブロックと、前記対応画素を含むブロックの画素の差分の絶対値の総和として前記評価値を演算する
- ことを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [29] 前記変動値算出手段は、前記注目画素を含むブロックにおいて、前記注目画素とそれに隣接する隣接画素との差分の絶対値の総和を前記隣接画素の数で除算して得られた値の、前記ブロック内の総和として前記変動値を演算する
- ことを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [30] 前記確度演算手段は、
- 前記変動値を第1の基準値と比較する比較手段と、
- 第2の基準値と、前記評価値を前記変動値で正規化した値との差を演算する差演算手段と、
- 前記比較手段による比較結果と、前記差演算手段により演算された差に基づいて、前記動きベクトルの確度を演算し、出力する出力手段と
- を備えることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [31] 入力画像から前記動きベクトルを検出し、前記評価値算出手段に供給する動きベクトル検出手段と、
- 前記動きベクトル検出手段により検出された前記動きベクトルに基づいて、前記入力画像を動き補償する動き補償手段と、
- 前記動き補償手段により動き補償された画像と動き補償されていない画像のいずれかを、前記動きベクトルの確度に基づいて選択する選択手段と、
- 前記選択手段により選択された画像を符号化する符号化手段と
- をさらに備えることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。
- [32] 前記動きベクトルの確度で重み付けされた頻度分布を算出する頻度分布算出手段

と、

前記頻度分布算出手段により算出された前記頻度分布の最大値を検出し、検出された前記最大値に基づいて、背景動きを検出する最大値検出手段と
をさらに備えることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。

- [33] 前記動きベクトルの確度の前記処理単位における平均値を算出する平均値算出手段と、

前記平均値算出手段により算出された前記平均値を基準値と比較し、その比較結果に基づいてシーンチェンジの有無を判定する判定手段と
をさらに備えることを特徴とする請求項21に記載の画像処理装置。

- [34] 前記平均値算出手段は、1つの前記処理単位について、1つの前記平均値を演算する
ことを特徴とする請求項33に記載の画像処理装置。

- [35] 画像の中の移動するオブジェクトにおける前記第1の点を検出する第1の点検出手段と、

前記推定結果に基づいて、前記画像の中の前記オブジェクトの周囲に予め設定された大きさの補正領域を設定する補正領域設定手段と、

前記画像の中の前記補正領域内の画像を補正する補正手段と、

前記補正領域内が前記補正手段により補正された画像の表示を制御する表示制御手段と

をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

- [36] 前記補正手段は、前記画像のぼけを補正する
ことを特徴とする請求項35に記載の画像処理装置。

- [37] 前記補正手段は、

前記補正領域内の画像を特定する制御信号と、画像のぼけの度合いを表すパラメータを供給する供給手段と、

前記制御信号に基づいて特定された前記補正領域内の画像の特徴を検出し、検出された特徴を表す特徴コードを出力する特徴検出手段と、

前記画像のぼけの度合いを表すパラメータと、前記特徴検出手段により出力され

た特徴コードに対応する係数を記憶する記憶手段と、

前記記憶手段から、前記パラメータと前記特徴検出手段により出力された前記特徴コードに対応する係数を読み出す読み出し手段と、

前記読み出し手段により読み出された係数に基づいて、入力画像の画素の値に対して積和演算を行う積和演算手段と、

前記積和演算手段による演算結果と前記入力画像の画素の値を選択して出力する選択出力手段とを備え、

前記補正領域内の画像のぼけを除去するように補正することを特徴とする請求項36に記載の画像処理装置。

[38] 前記第1の点検出手段は、

入力画像の中から、積和演算を行う画素の周囲の、予め設定された第1の領域に含まれる複数の画素を抽出する第1の抽出手段と、

前記第1の領域と、垂直または水平の複数の方向に連続した、複数の第2の領域に含まれる複数の画素を抽出する第2の抽出手段と、

前記第1の抽出手段により抽出された画素と、前記第2の抽出手段により抽出された画素において、対応する画素の値の差分の絶対値の総和を求めて、複数のブロック差分を演算するブロック差分演算手段と、

前記ブロック差分が、予め設定された閾値より大きいか否かを判定する差分判定手段と

を備えることを特徴とする請求項37に記載の画像処理装置。

[39] 前記パラメータは、ぼけた画像の画素とぼけていない画像の画素の関係を表すモデル式におけるガウス関数のパラメータである

ことを特徴とする請求項37に記載の画像処理装置。

[40] 前記記憶手段により記憶される係数は、前記モデル式の逆行列を演算することにより求められた係数である

ことを特徴とする請求項39に記載の画像処理装置。

[41] 前記選択出力手段は、

前記積和演算手段により積和演算が行われた複数の画素を抽出する第1の抽出

手段と、

前記第1の抽出手段により抽出された複数の画素の分散の度合いを表す分散度を演算する分散演算手段と、

前記分散演算手段により演算された分散度が予め設定された閾値より大きいかな否かを判定する分散判定手段と

を備えることを特徴とする請求項37に記載の画像処理装置。

- [42] 前記選択出力手段は、前記分散判定手段の判定結果に基づいて、出力する画素の値を、前記積和演算手段による演算結果、または前記入力画像の画素の値のいずれかから選択する画素選択手段

をさらに備えることを特徴とする請求項41に記載の画像処理装置。

- [43] 時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する推定ステップと、

前記第2の点の位置が推定可能でない場合における前記第1の点の候補としての推定点を生成する生成ステップと、

前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能である場合、前記位置推定ステップの処理による前記推定結果に基づいて、前記後の処理単位における前記第2の点を決定する決定ステップと、

前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能でない場合、前記推定点の中から前記第1の点を選択する選択ステップと

を含むことを特徴とする画像処理方法。

- [44] 前記決定ステップの処理には、

前記時間的に前の処理単位の前記第1の点を含む少なくとも1つ以上の画素である注目画素と、前記時間的に後の処理単位の少なくとも1つ以上の画素であって、前記注目画素の動きベクトルに基づいて規定される対応画素との相関を表す評価値を算出する評価値算出ステップと、

前記注目画素を基準とする画素値の変動を表す変動値を算出する変動値算出ステップと、

前記評価値と前記変動値に基づいて、前記動きベクトルの確度を演算する確度演

算ステップと

が含まれることを特徴とする請求項43に記載の画像処理方法。

- [45] 画像の中の移動するオブジェクトにおける前記第1の点を検出する第1の点検出ステップと、

前記推定結果に基づいて、前記画像の中に前記オブジェクトの周囲に予め設定された大きさの補正領域を設定する補正領域設定ステップと、

前記画像の中の前記補正領域内の画像を補正する補正ステップと、

前記補正領域内が前記補正ステップの処理により補正された画像の表示を制御する表示制御ステップと

をさらに含むことを特徴とする請求項43に記載の画像処理方法。

- [46] 時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する推定ステップと、

前記第2の点の位置が推定可能でない場合における前記第1の点の候補としての推定点を生成する生成ステップと、

前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能である場合、前記位置推定ステップの処理による前記推定結果に基づいて、前記後の処理単位における前記第2の点を決定する決定ステップと、

前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能でない場合、前記推定点の中から前記第1の点を選択する選択ステップと

を含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

- [47] 時間的に前の処理単位の画像上の追尾点としての第1の点の時間的に後の処理単位における追尾点としての第2の点の位置を推定する推定ステップと、

前記第2の点の位置が推定可能でない場合における前記第1の点の候補としての推定点を生成する生成ステップと、

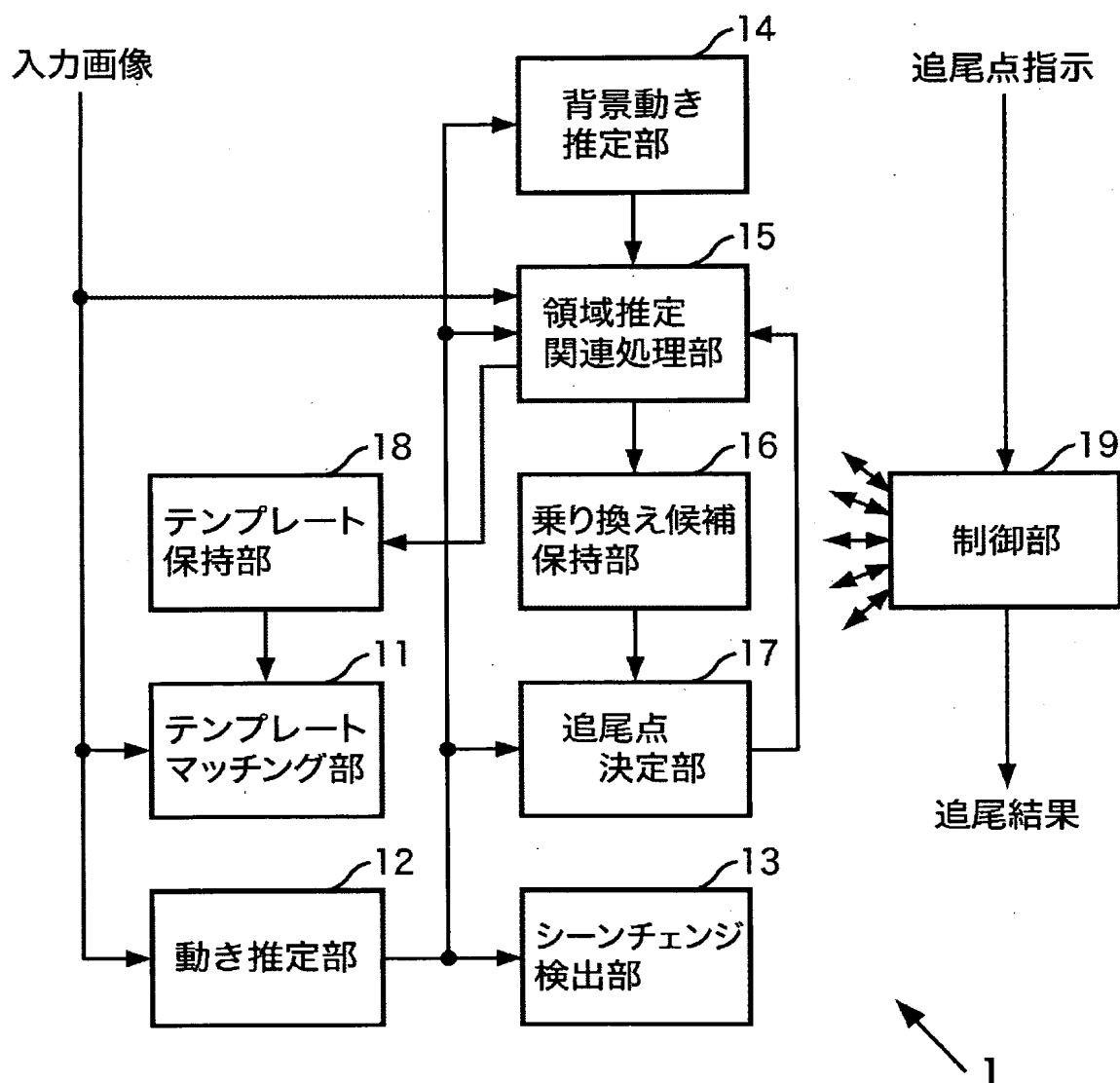
前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能である場合、前記位置推定ステップの処理による前記推定結果に基づいて、前記後の処理単位における前記第2の点を決定する決定ステップと、

前記後の処理単位における前記第2の点の位置が推定可能でない場合、前記推定点の中から前記第1の点を選択する選択ステップと
をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

[図1]

1/91

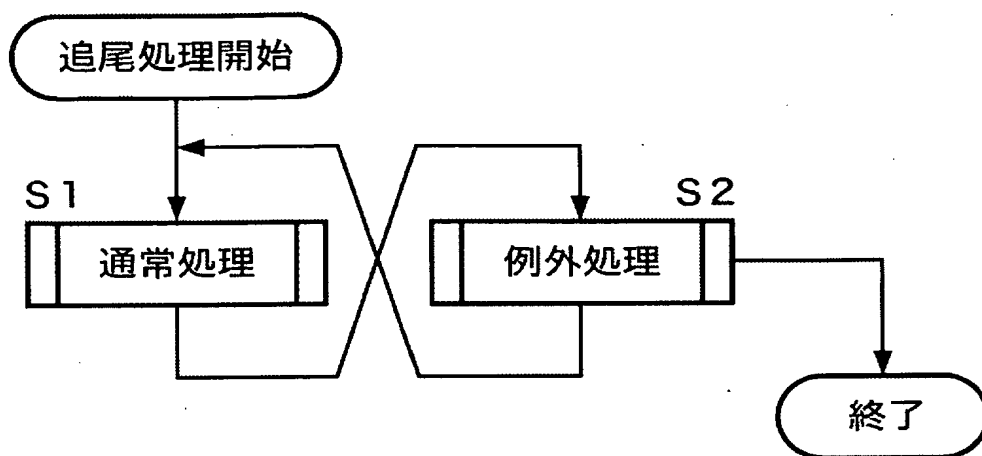
図 1



[図2]

2/91

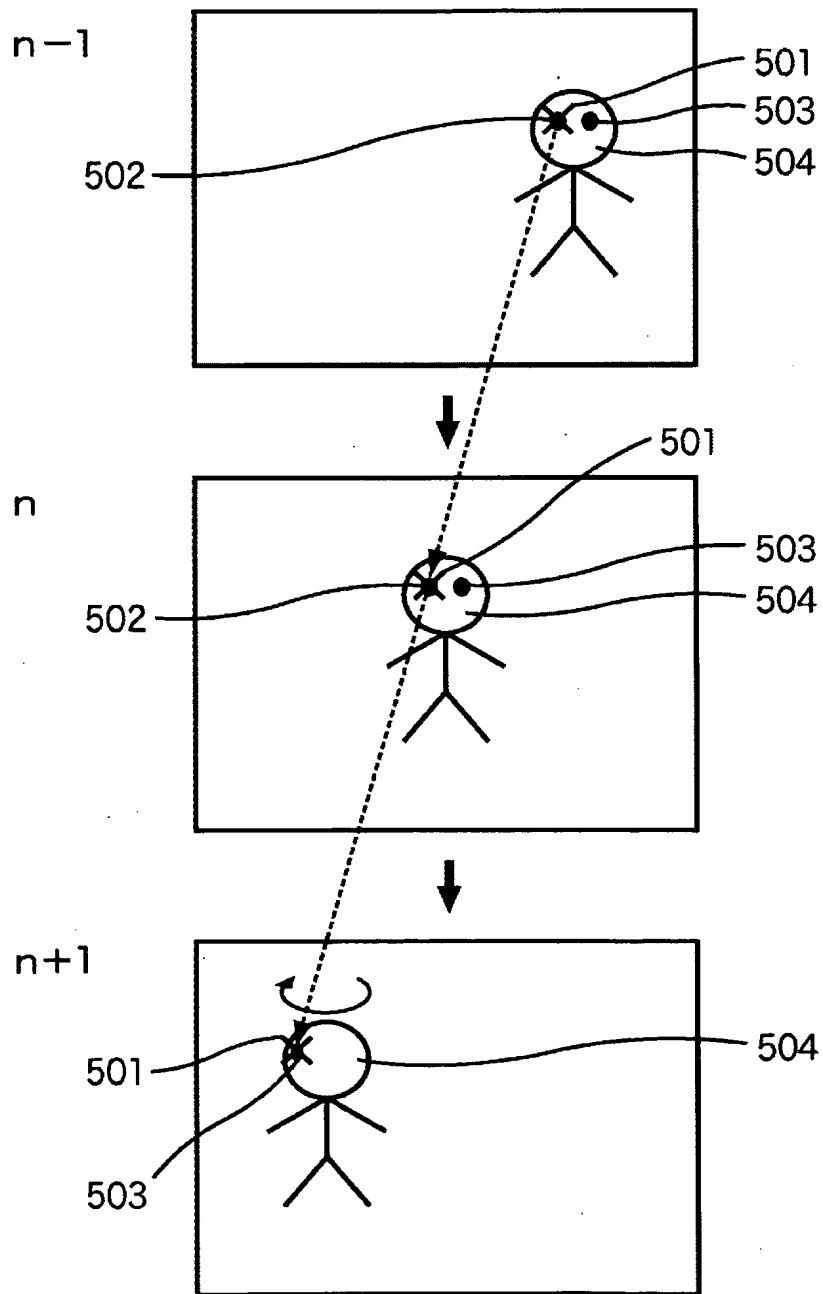
図 2



[図3]

3/91

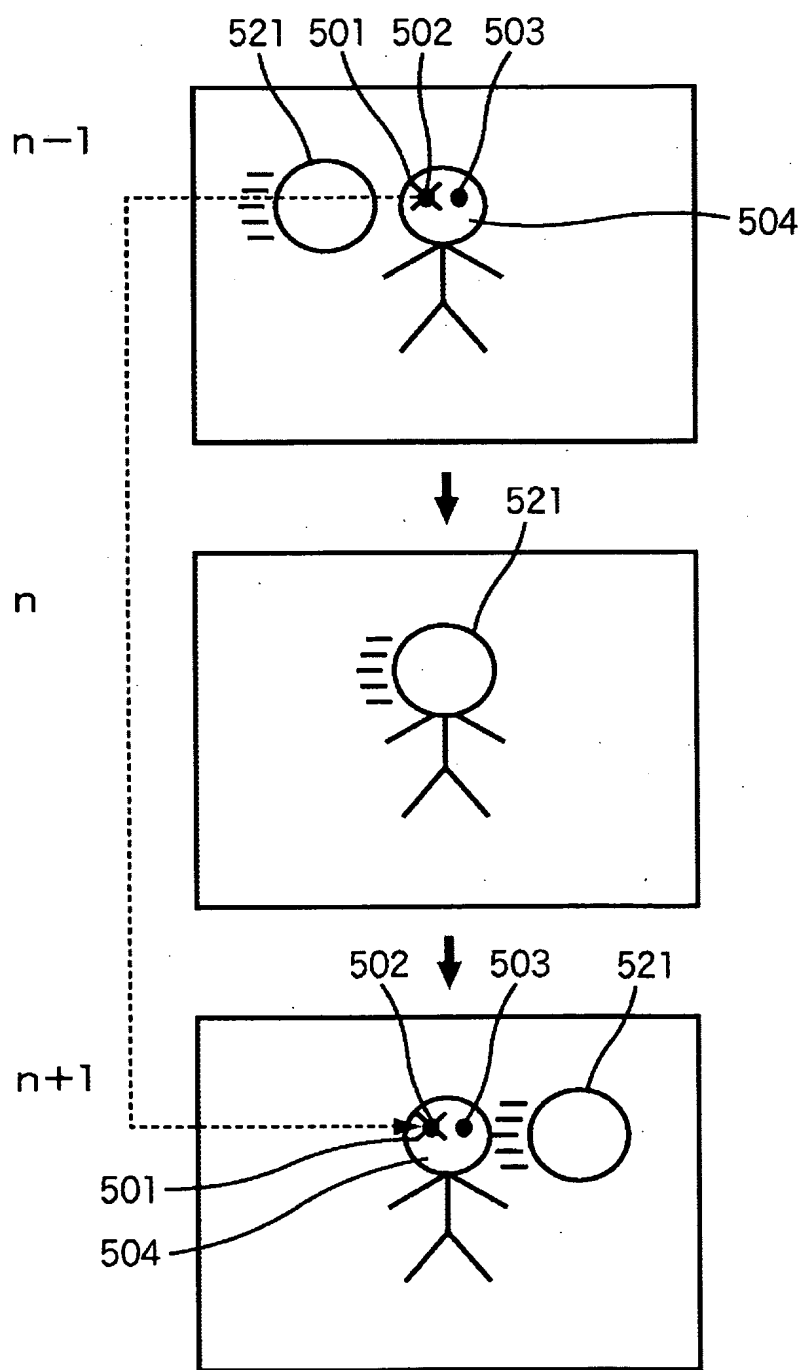
図3



[図4]

4/97

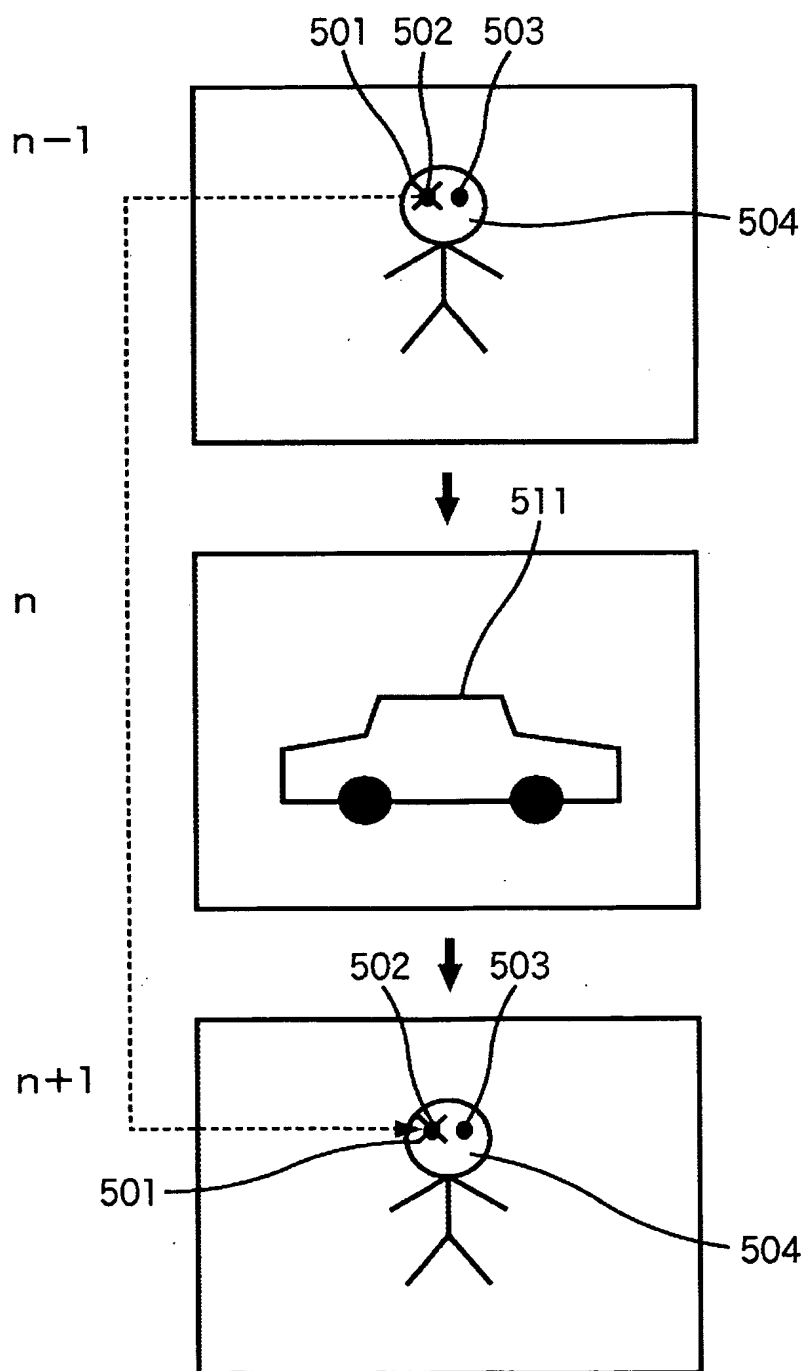
图 4



[図5]

5/91

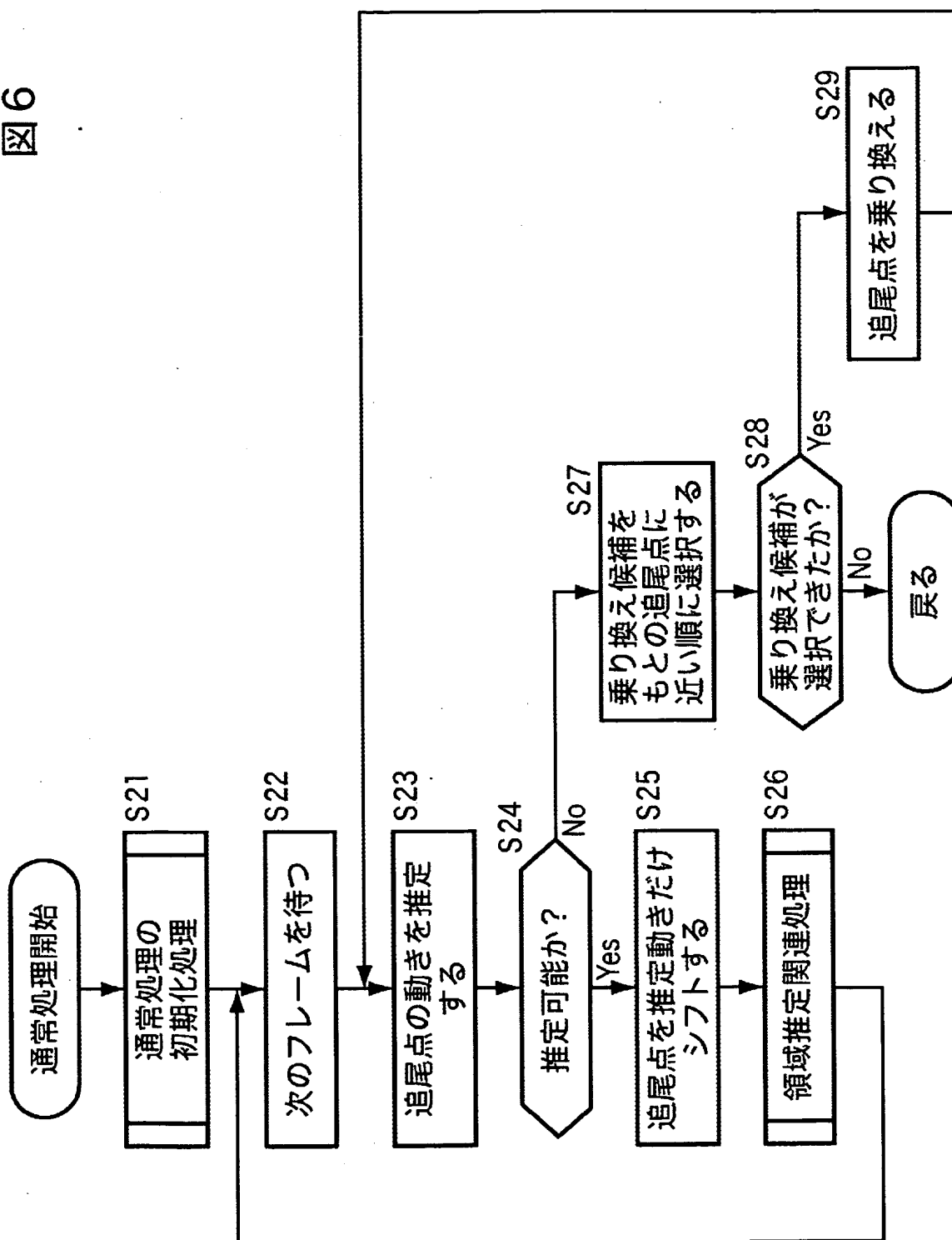
図 5



[図6]

6/91

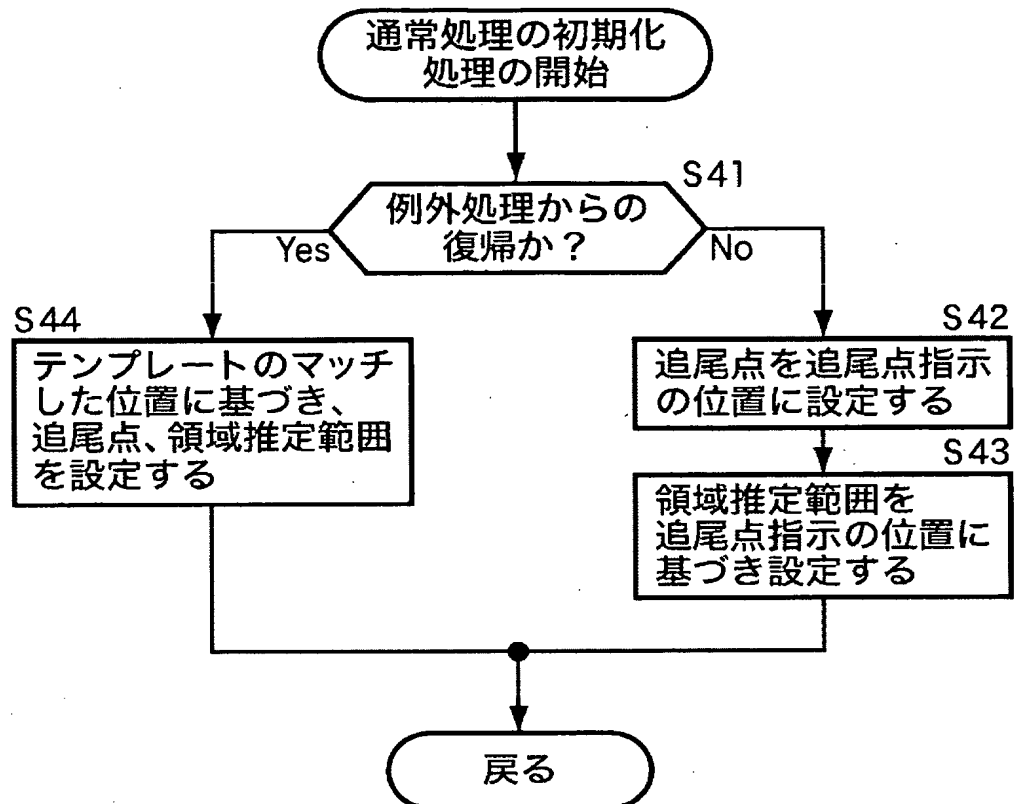
図6



[図7]

7/91

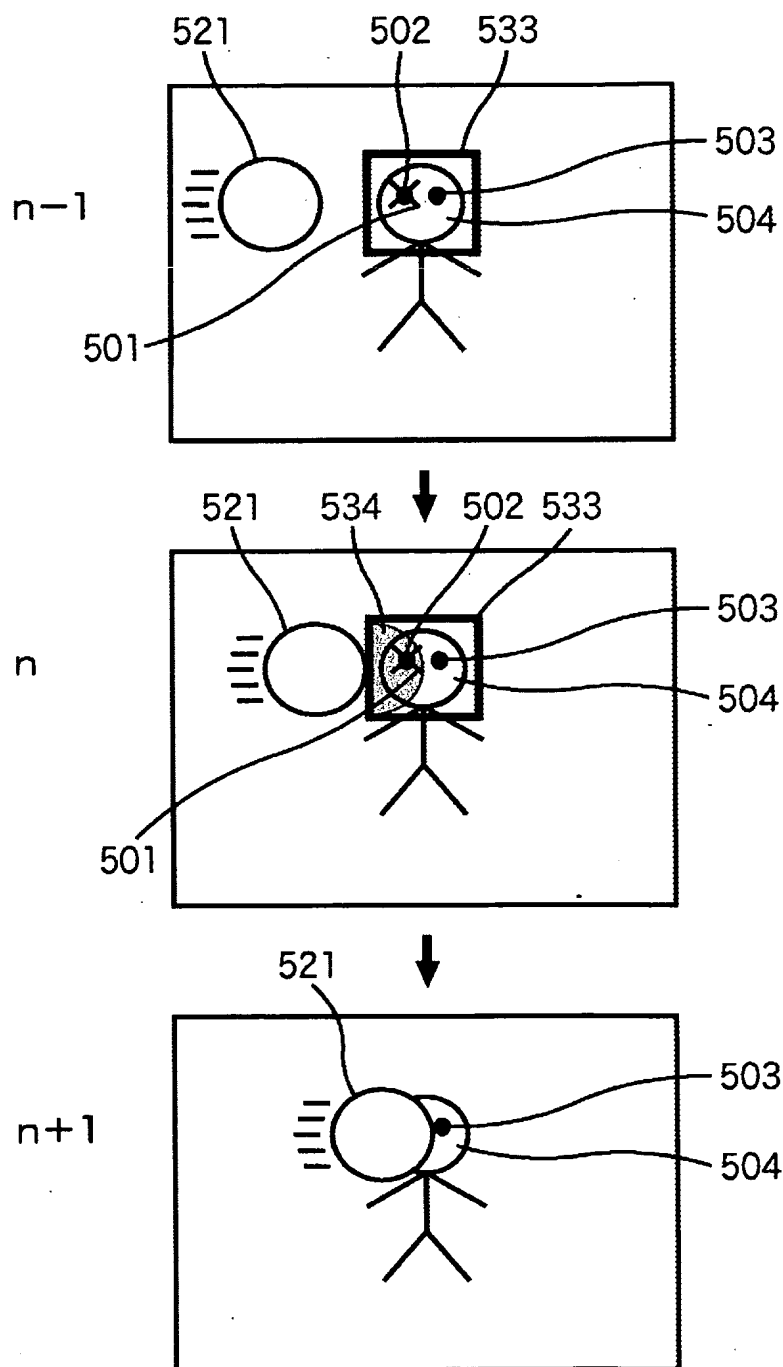
図 7



[図8]

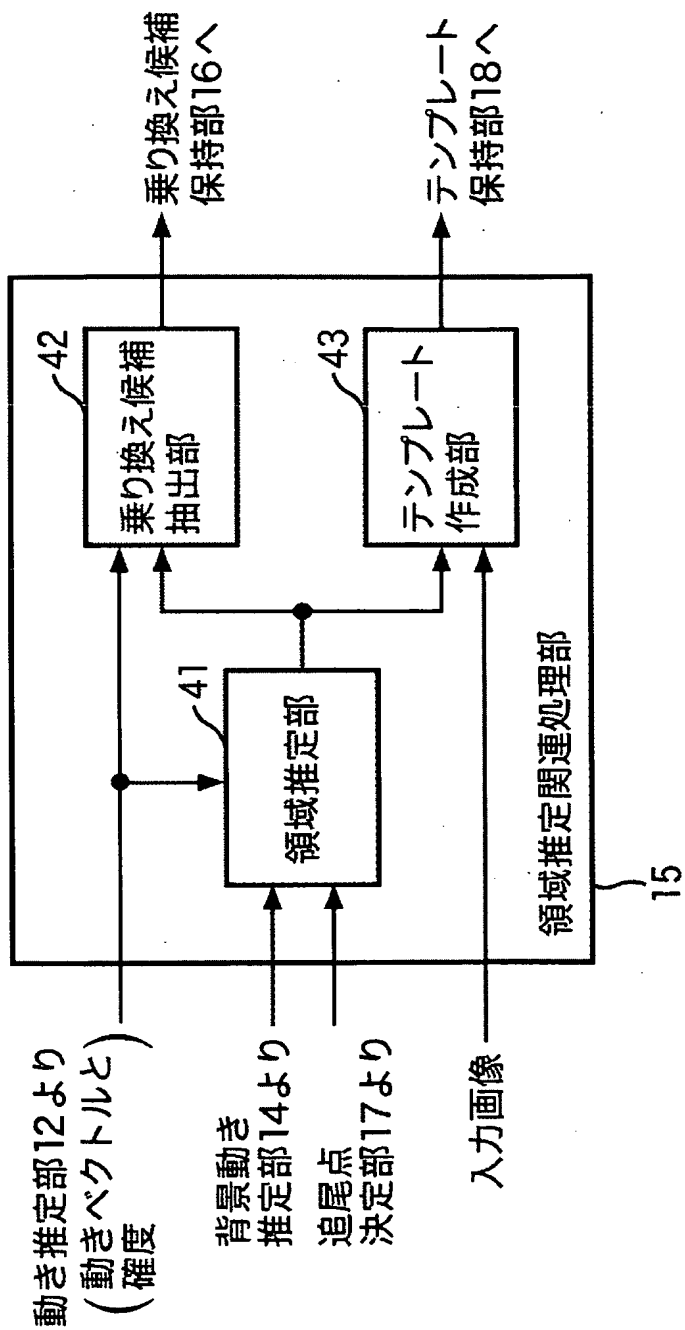
8/91

図 8



[図9]

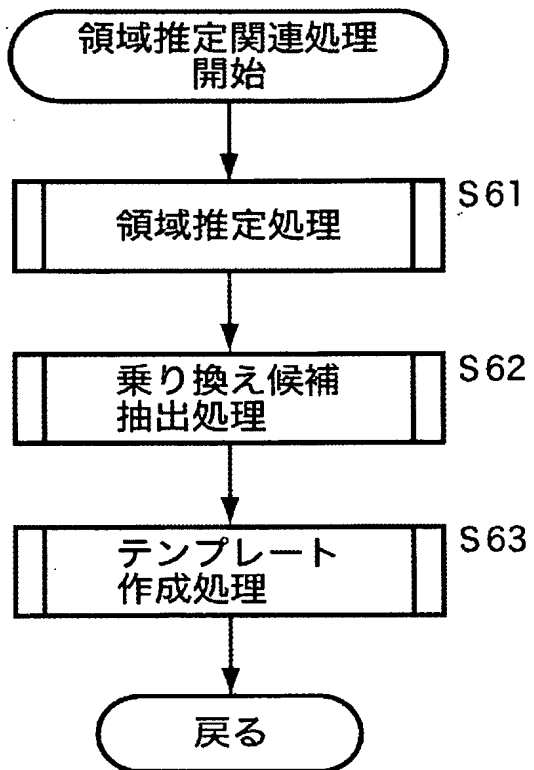
9/91



[図10]

10/91

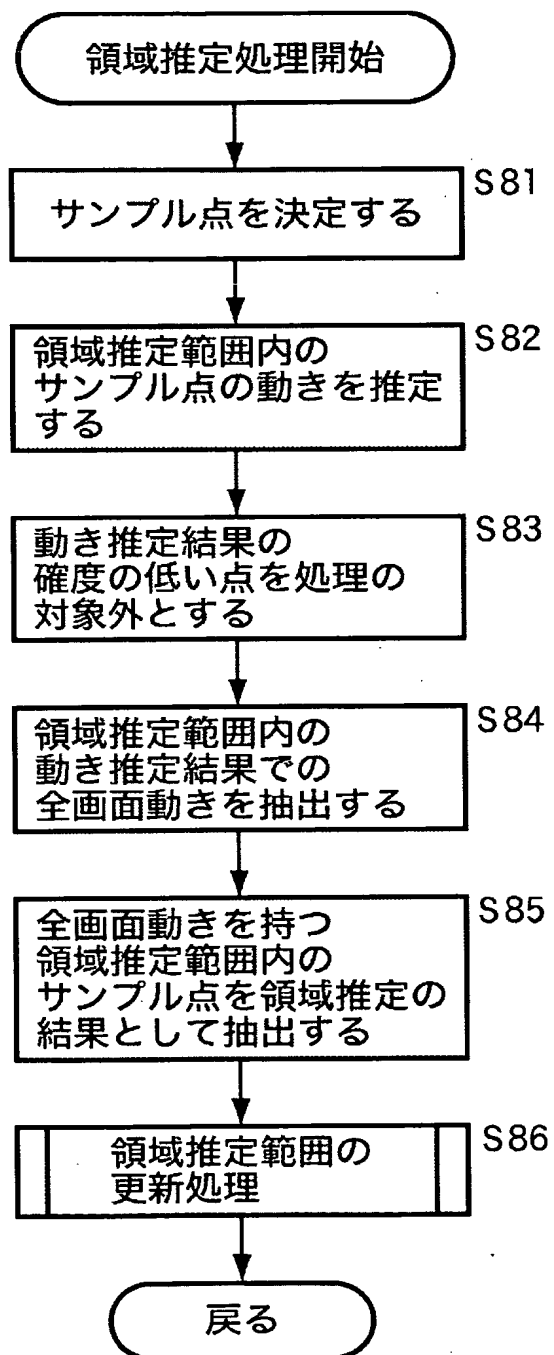
図 10



[図11]

11/91

図 11



[図12]

12/91

図12A

n

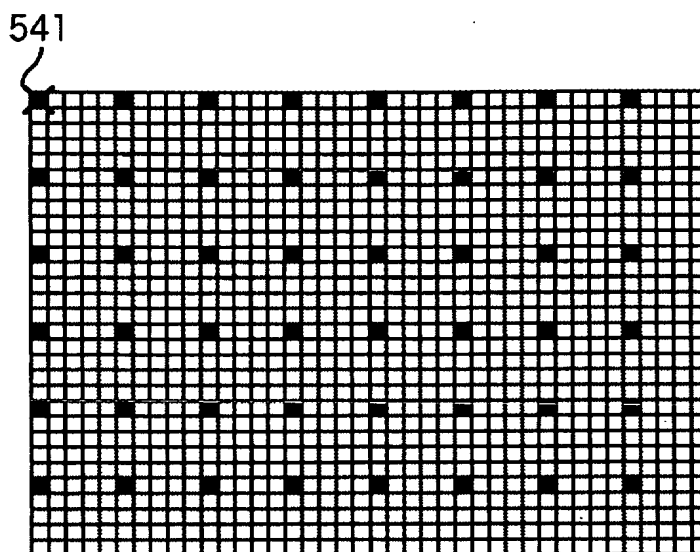
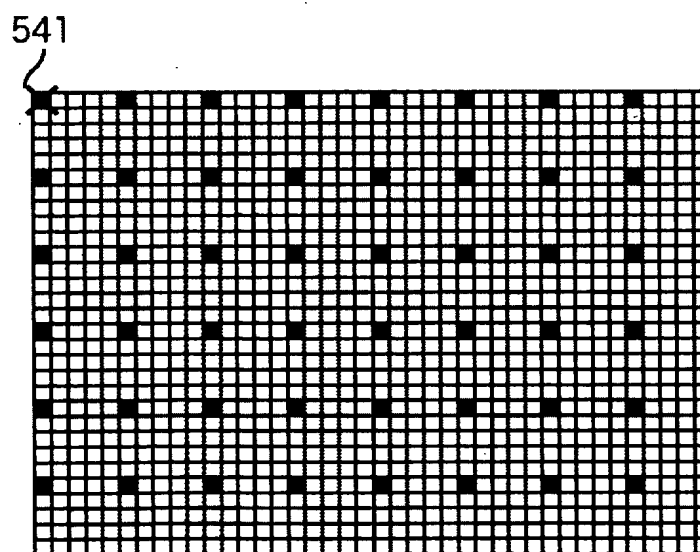


図12B

n+1



[図13]

13/91

図13A

n

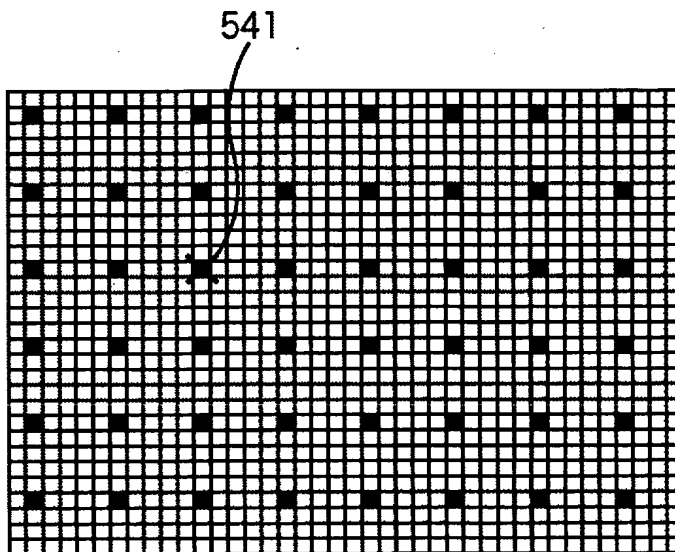
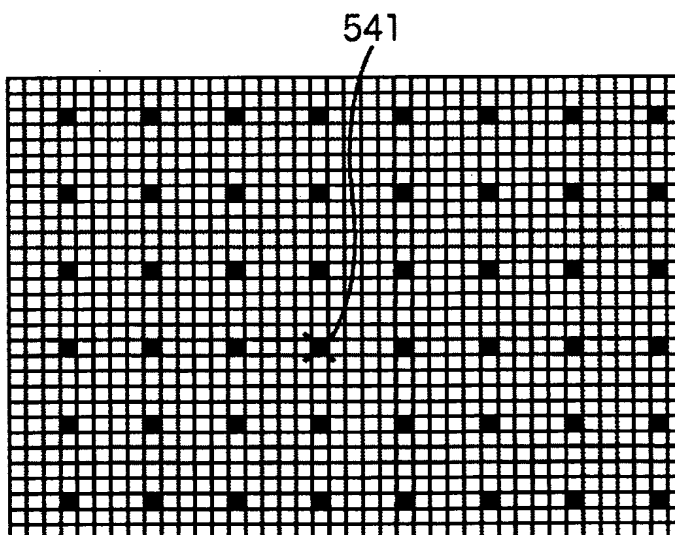


図13B

n+1



[図14]

14/91

図14A

n

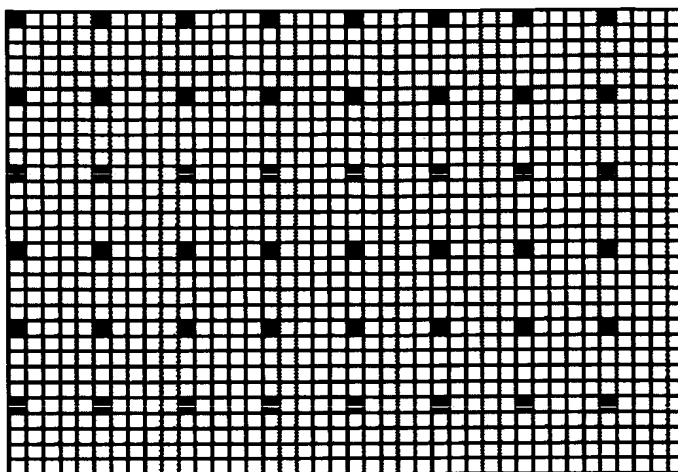
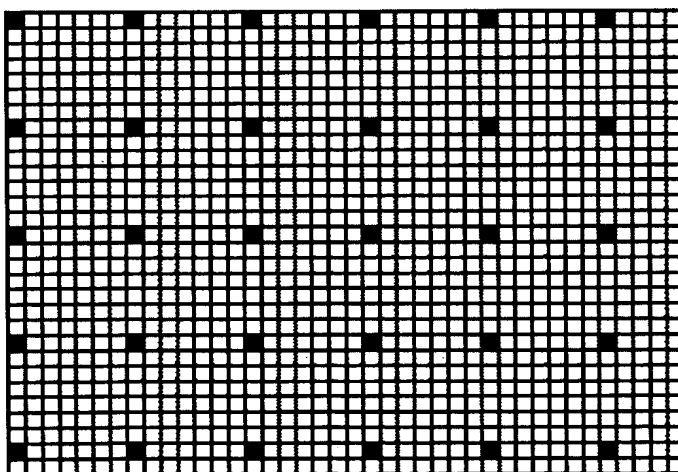


図14B

n+1

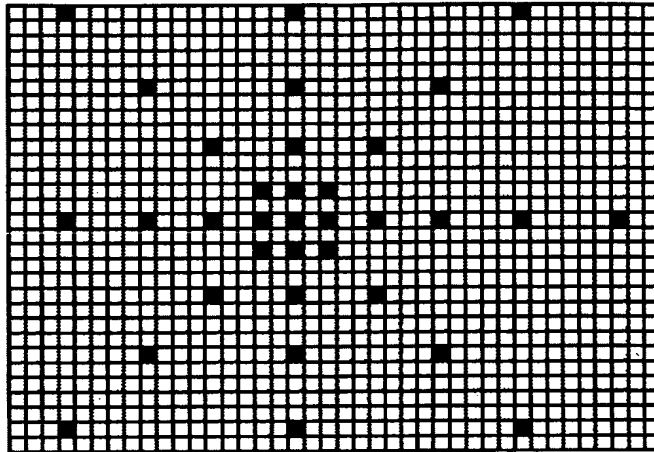


[図15]

15/91

図 15

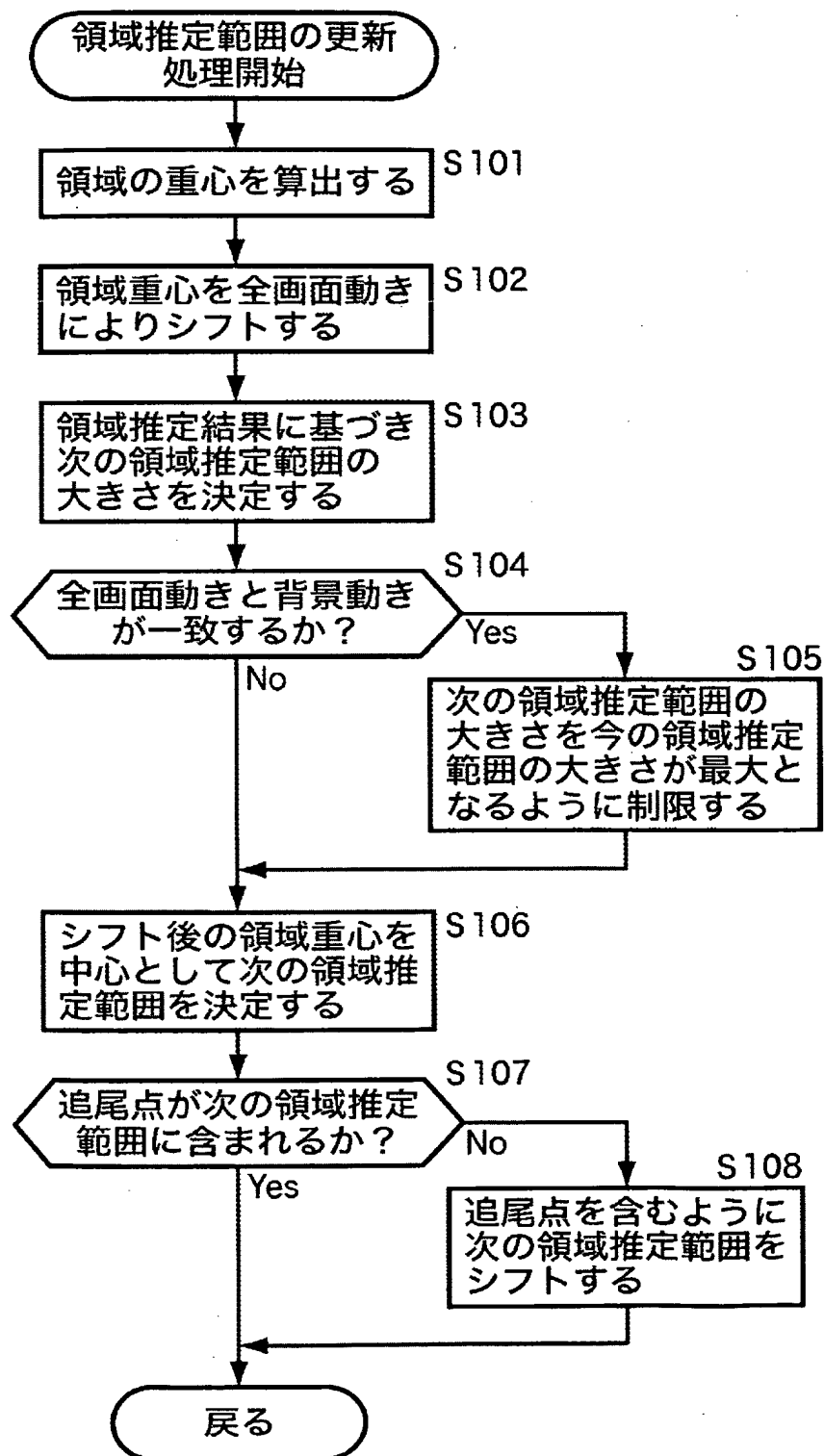
n



[図16]

16/91

図 16



[図17]

17/91

図17A

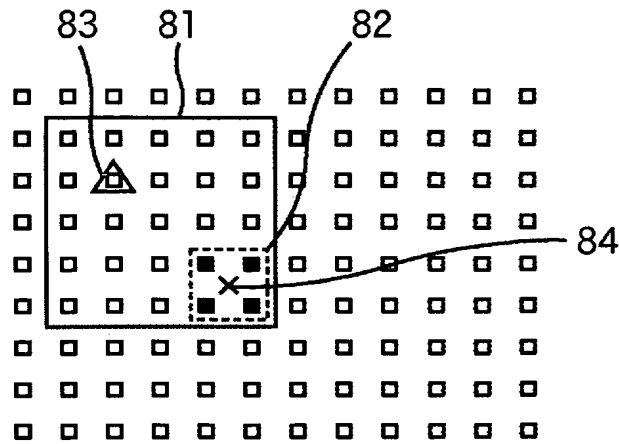


図17B

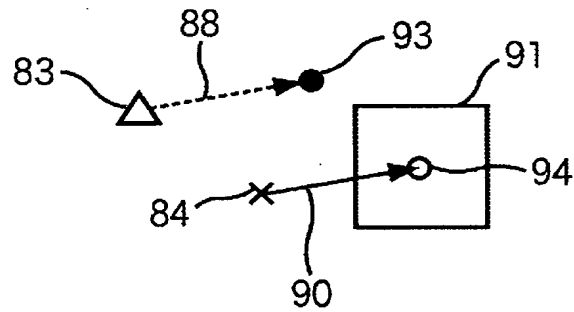
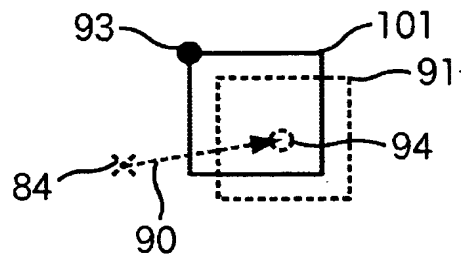


図17C



[図18]

18/91

図18A

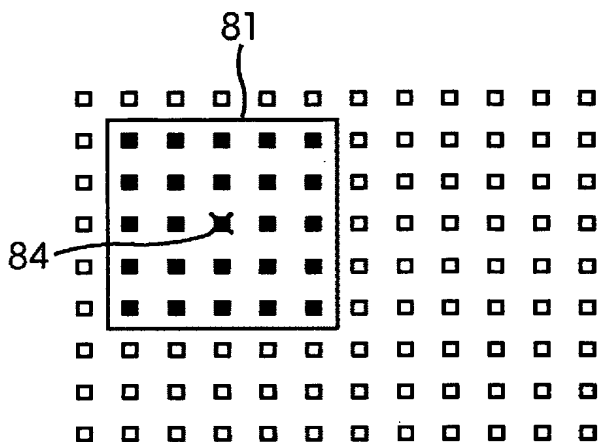


図18B

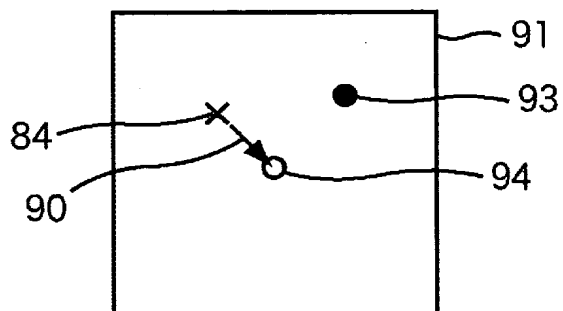
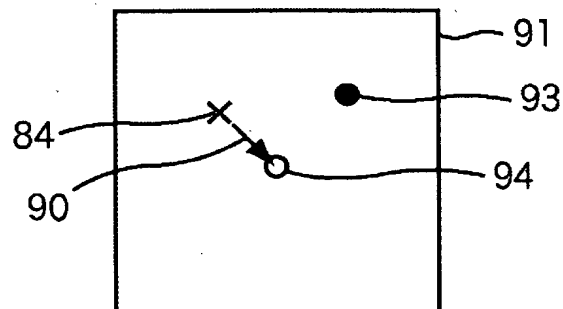


図18C



[図19]

19/91

図19A

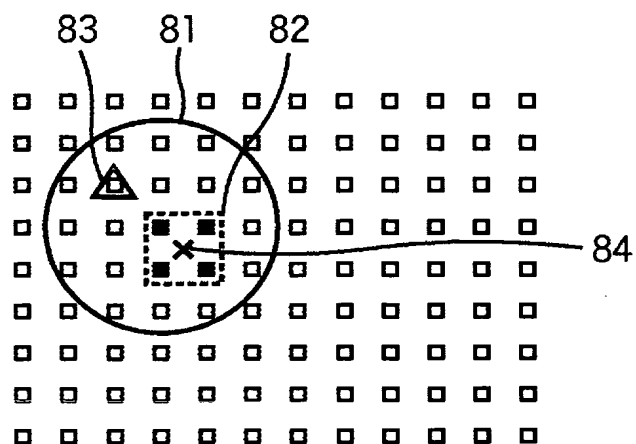


図19B

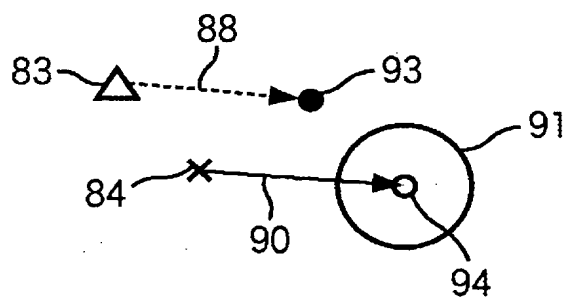
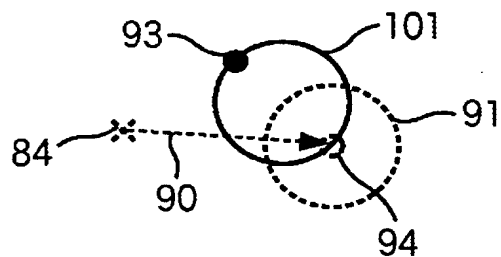


図19C



[図20]

20/91

図 20A

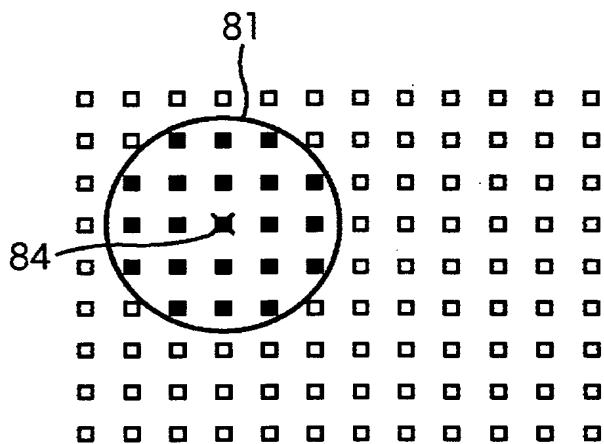


図 20B

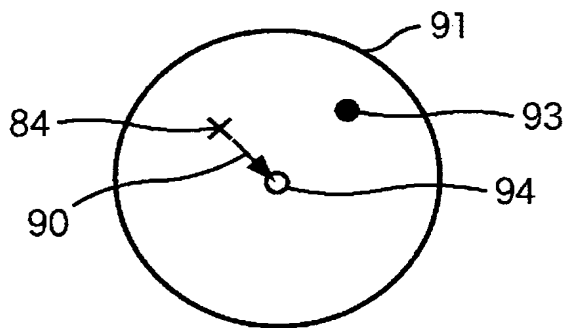
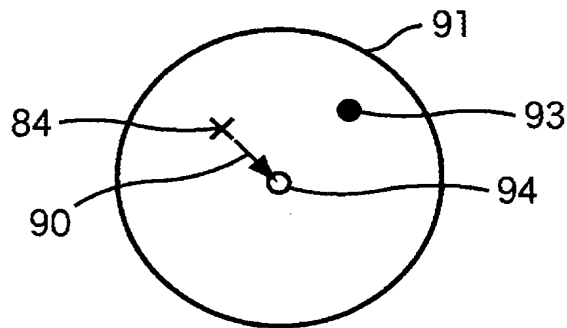


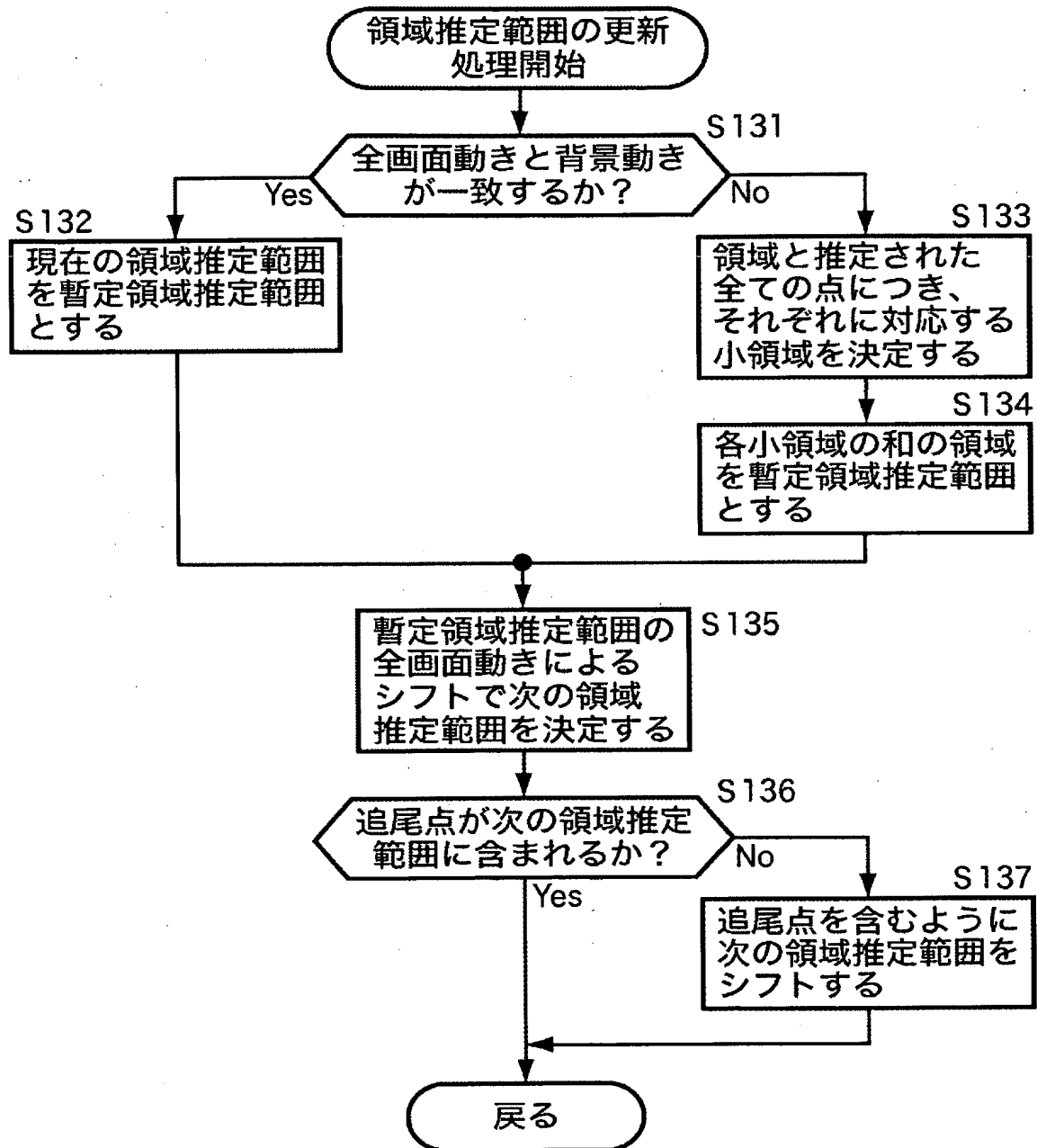
図 20C



[図21]

21/91

図 21



[図22]

22/91

図 22A

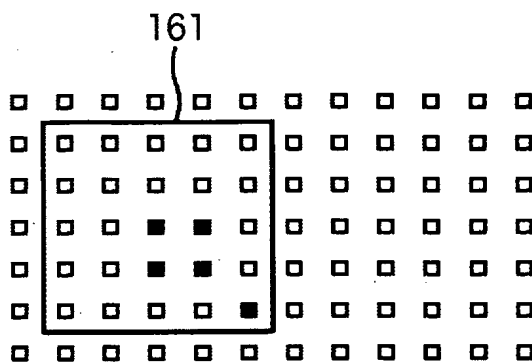


図 22B

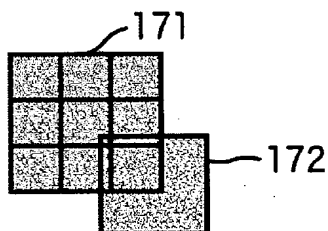


図 22C

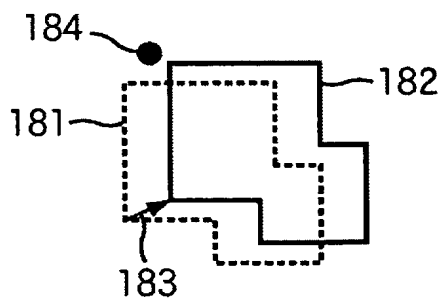
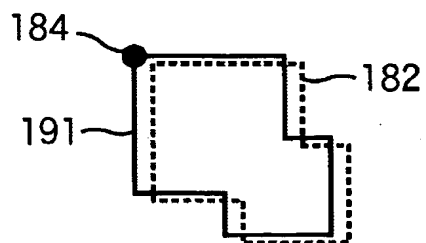


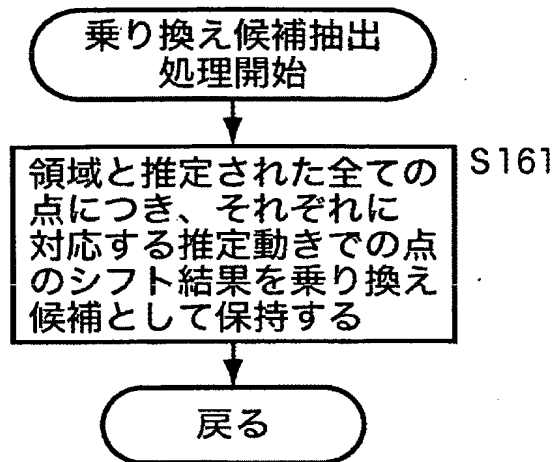
図 22D



[図23]

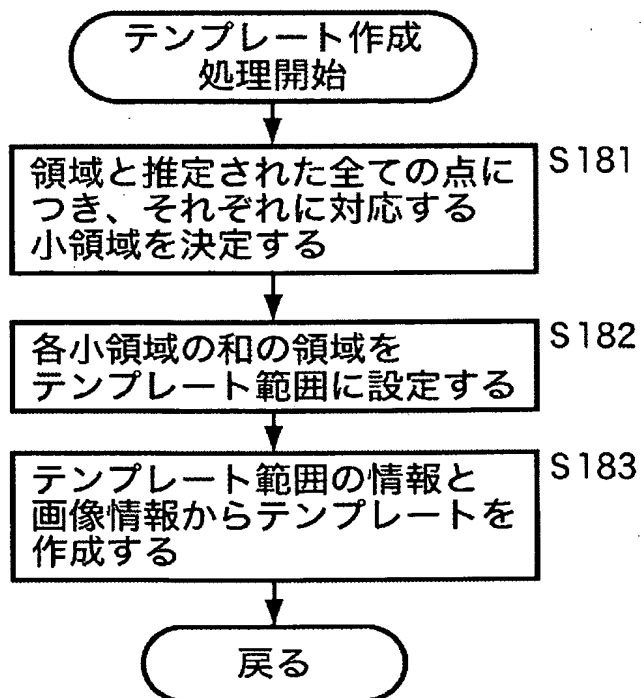
23/91

図 23



[図24]

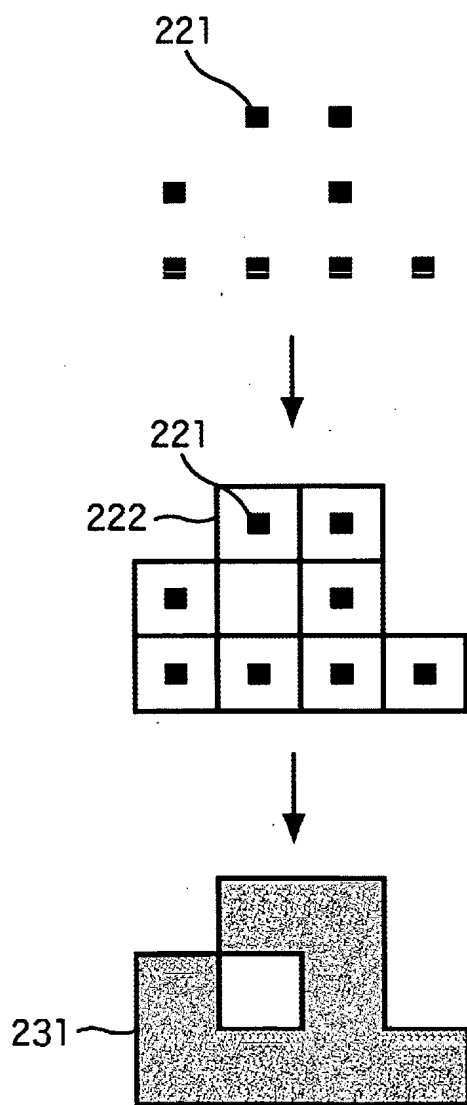
図 24



[図25]

24/91

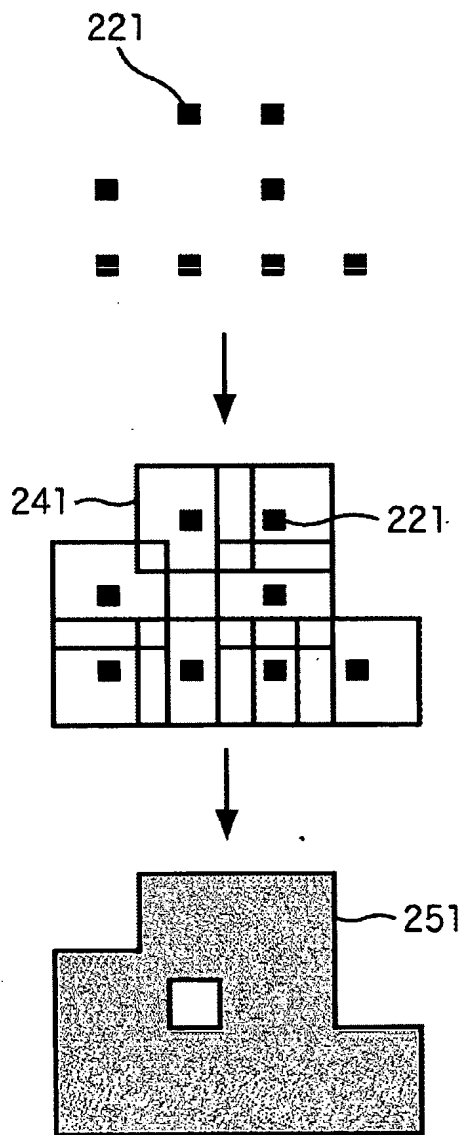
図 25



[図26]

25/91

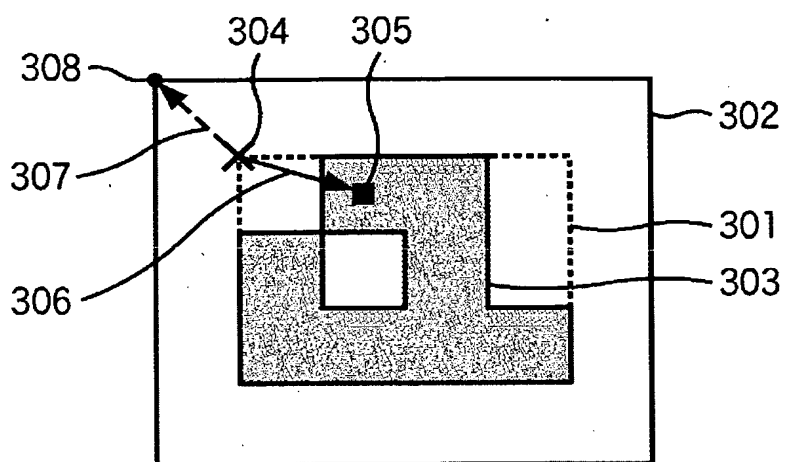
図 26



[図27]

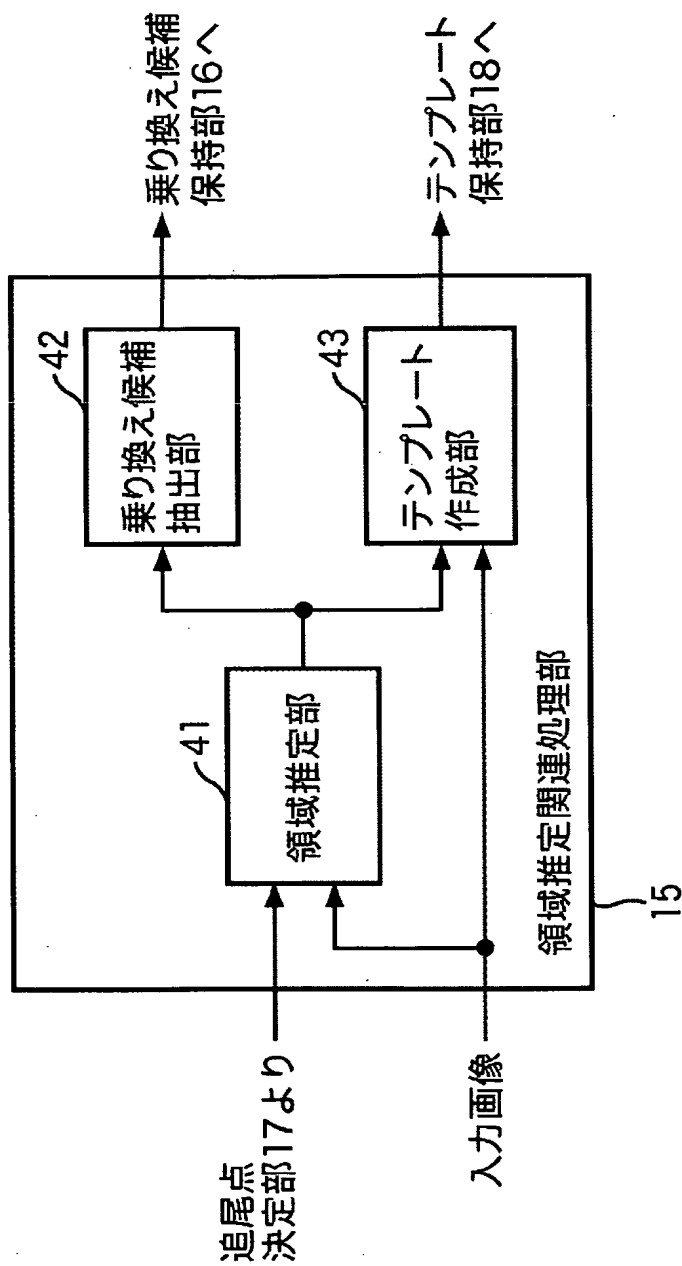
26/91

図 27



[図28]

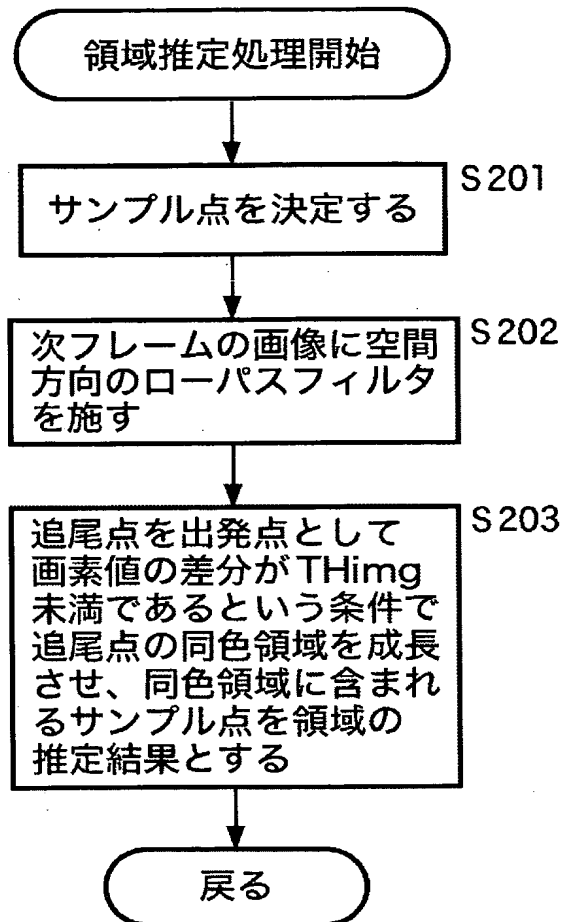
27/91



[図29]

28/91

図 29



[図30]

29/91

図 30A

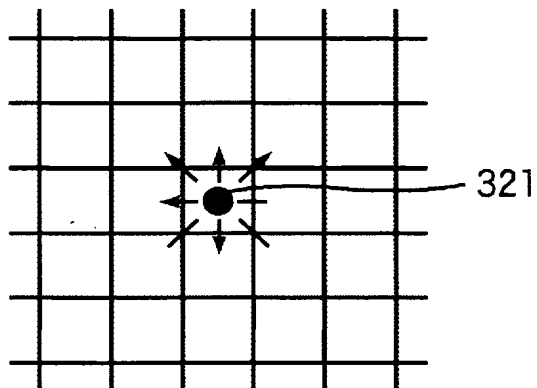


図 30B

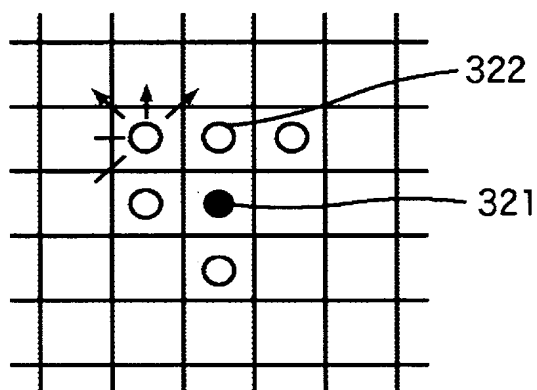
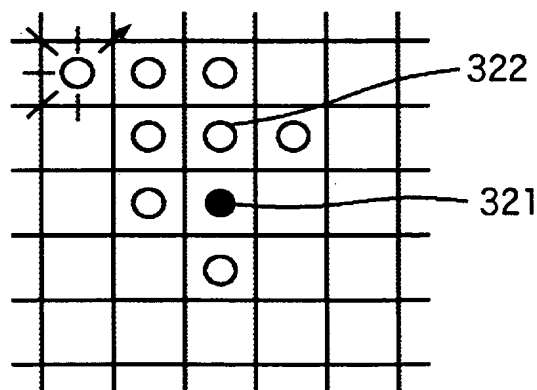


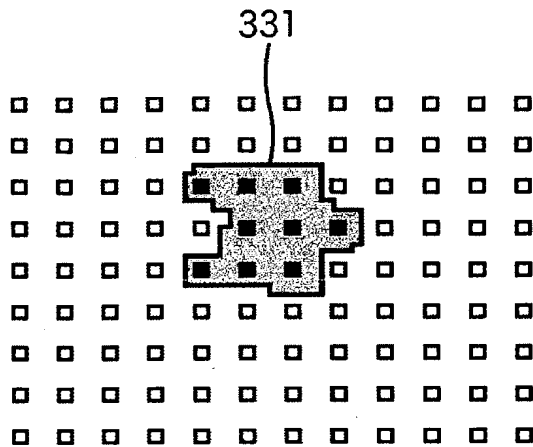
図 30C



[図31]

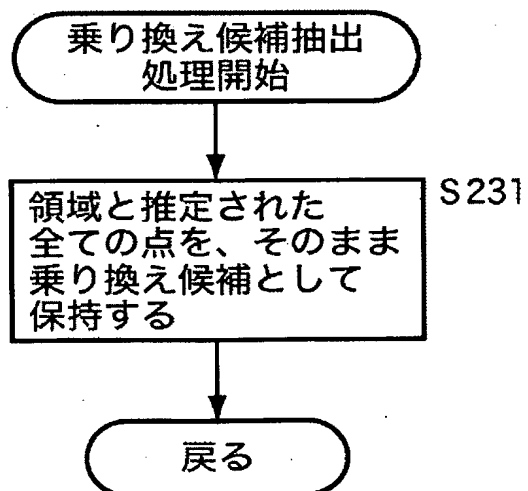
30/91

図 31



[図32]

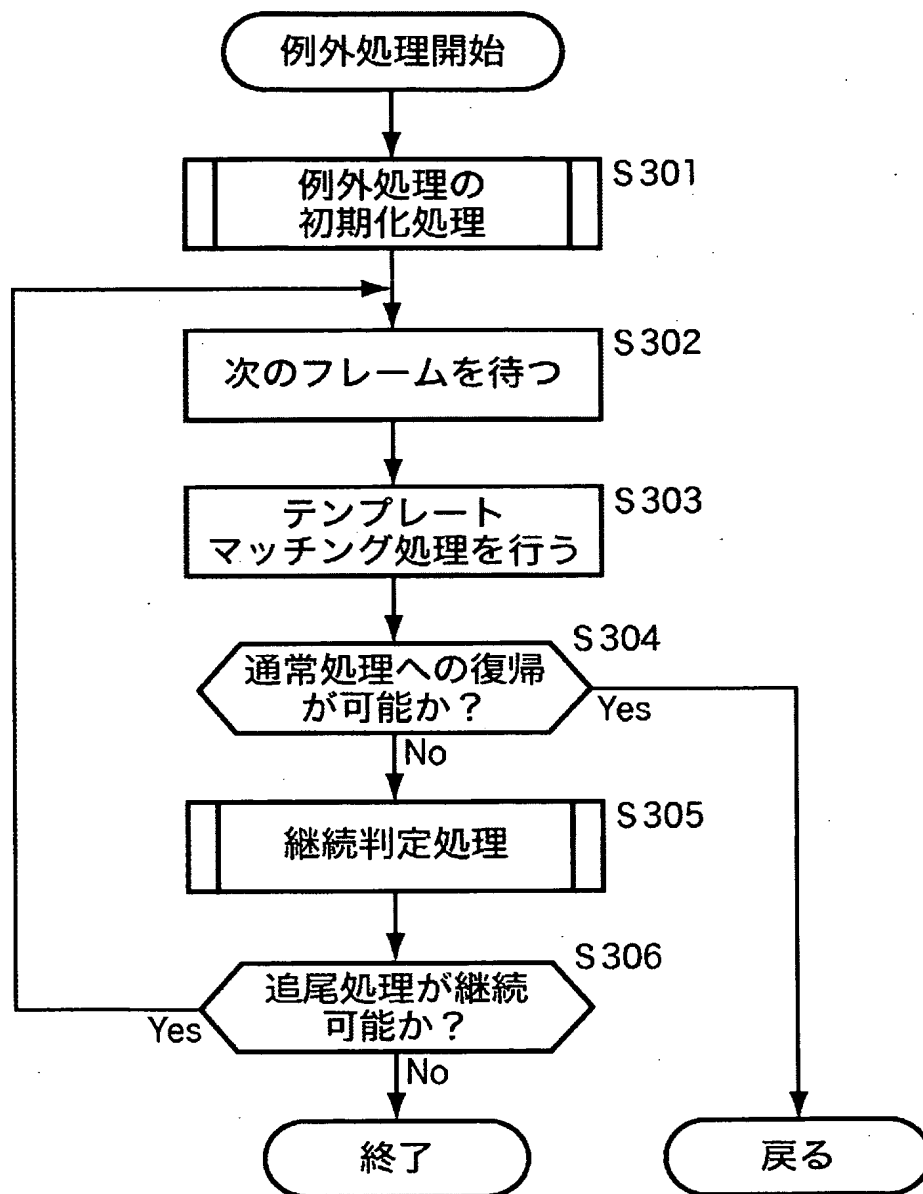
図 32



[図33]

31/91

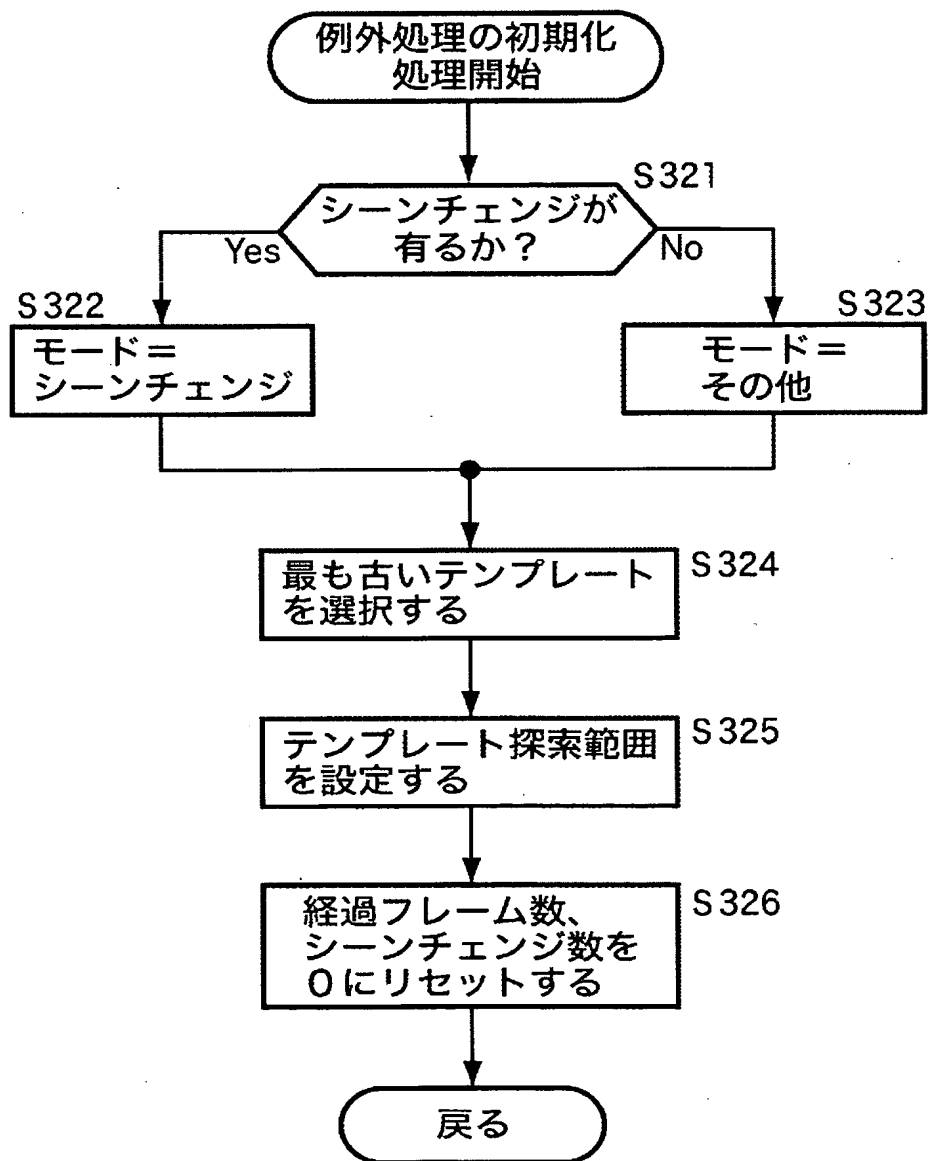
図 33



[図34]

32/91

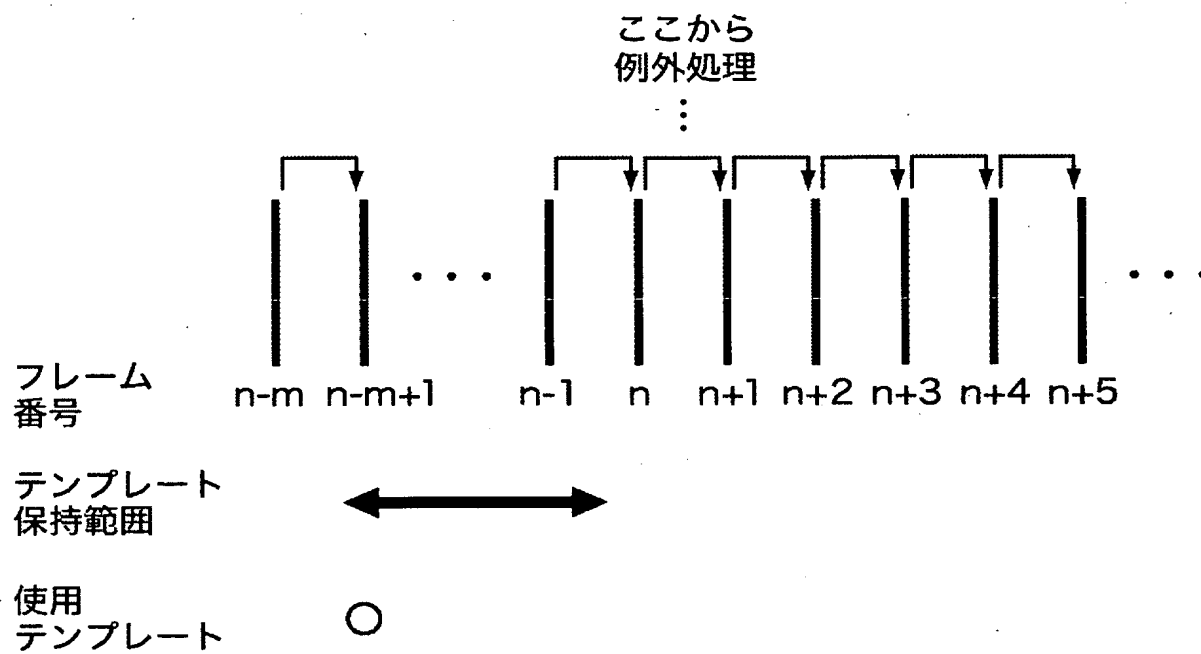
図 34



[図35]

33/91

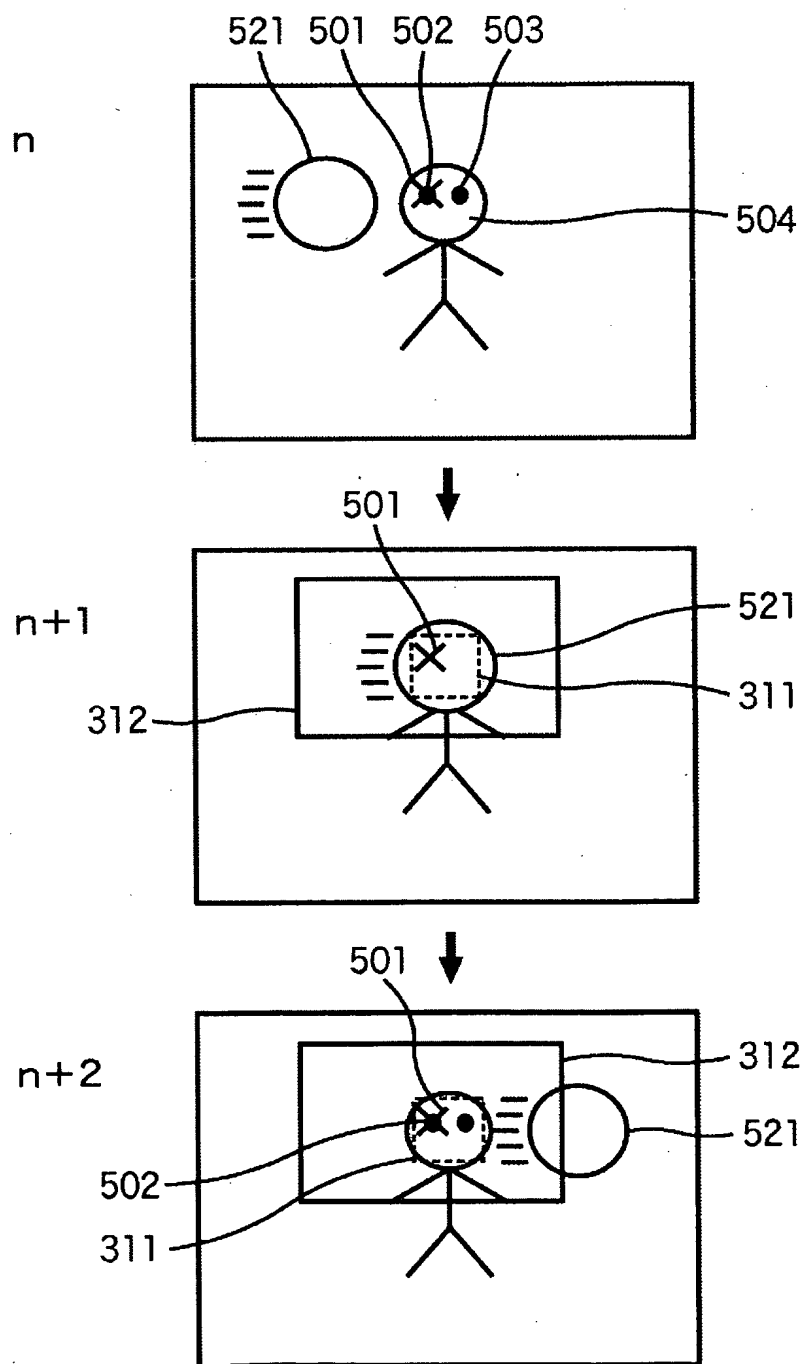
図 35



[図36]

34/91

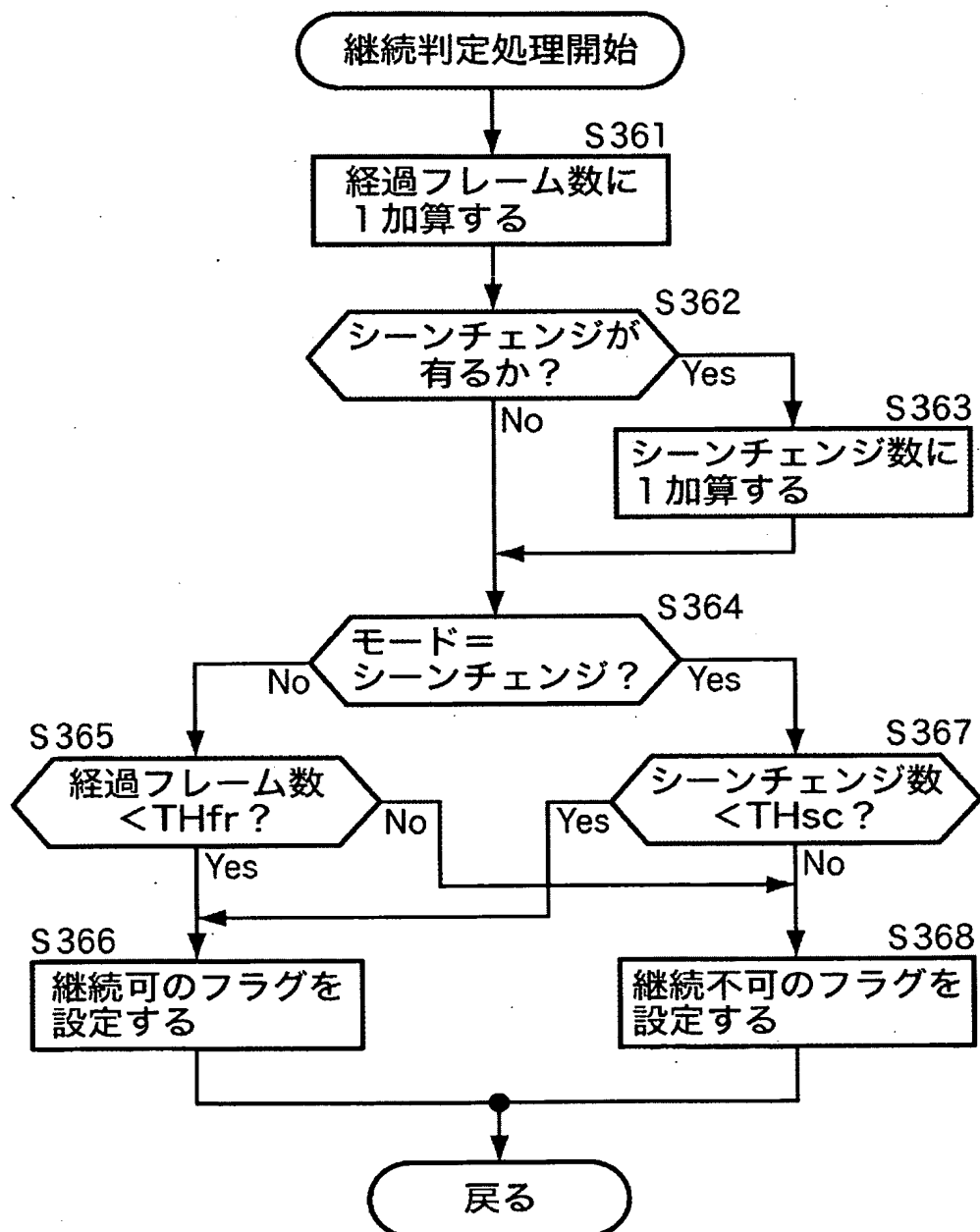
図 36



[図37]

35/91

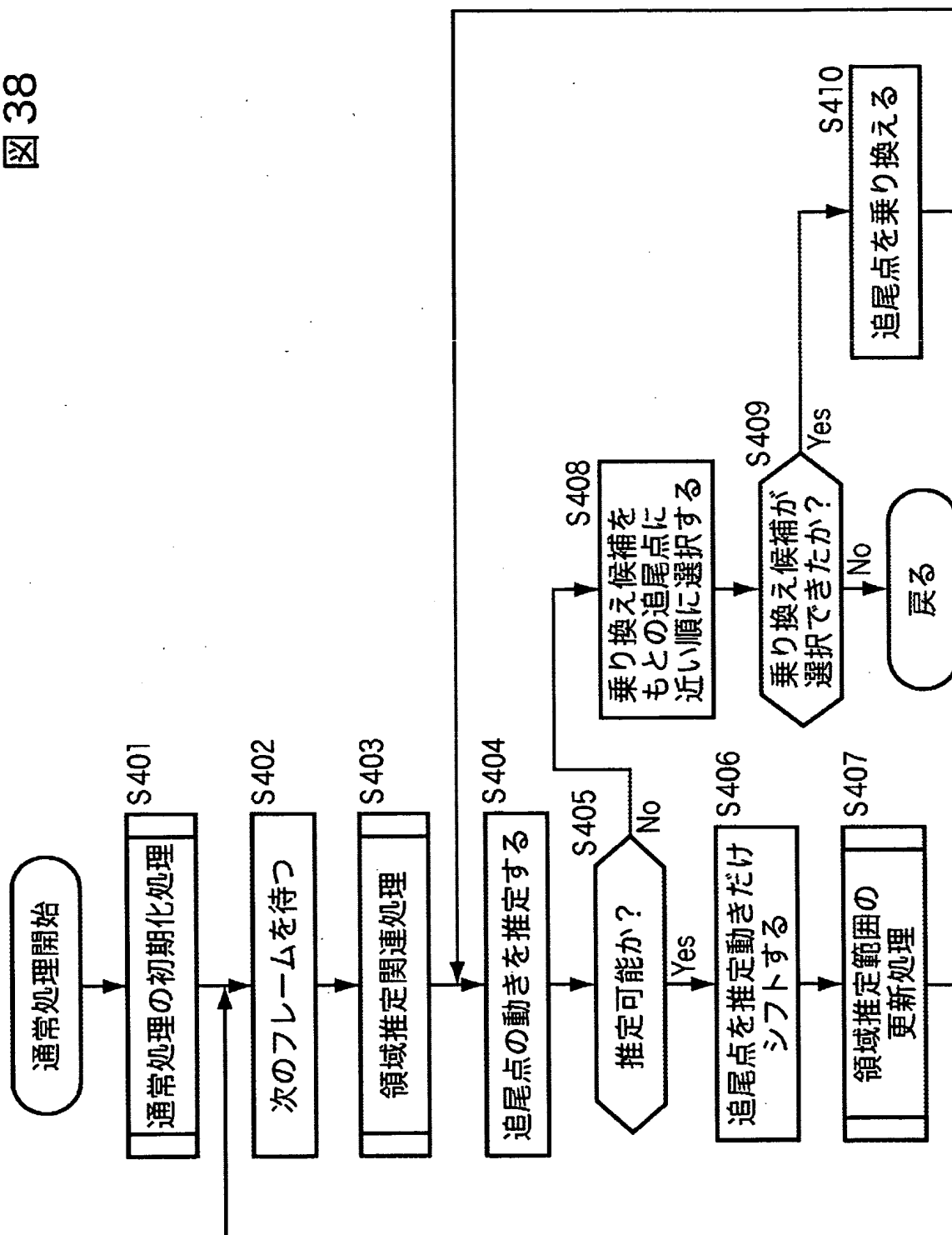
図 37



[図38]

36/91

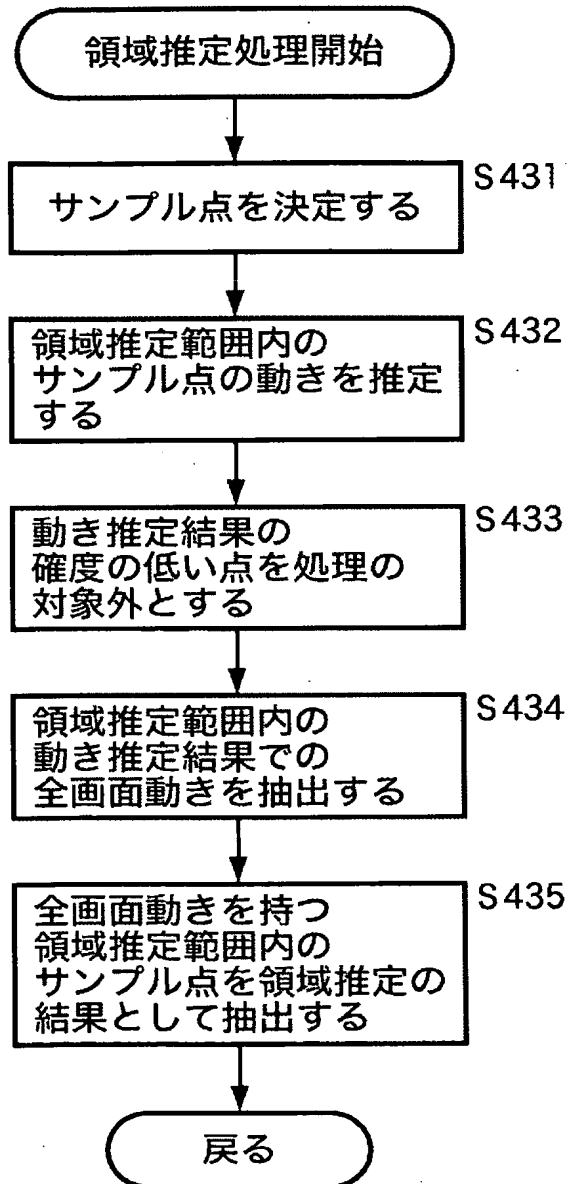
図 38



[図39]

37/91

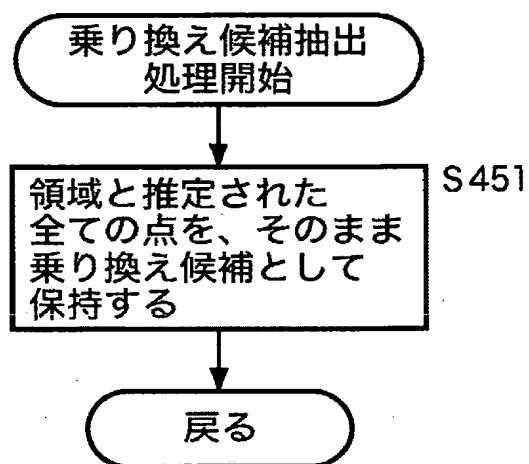
図 39



[図40]

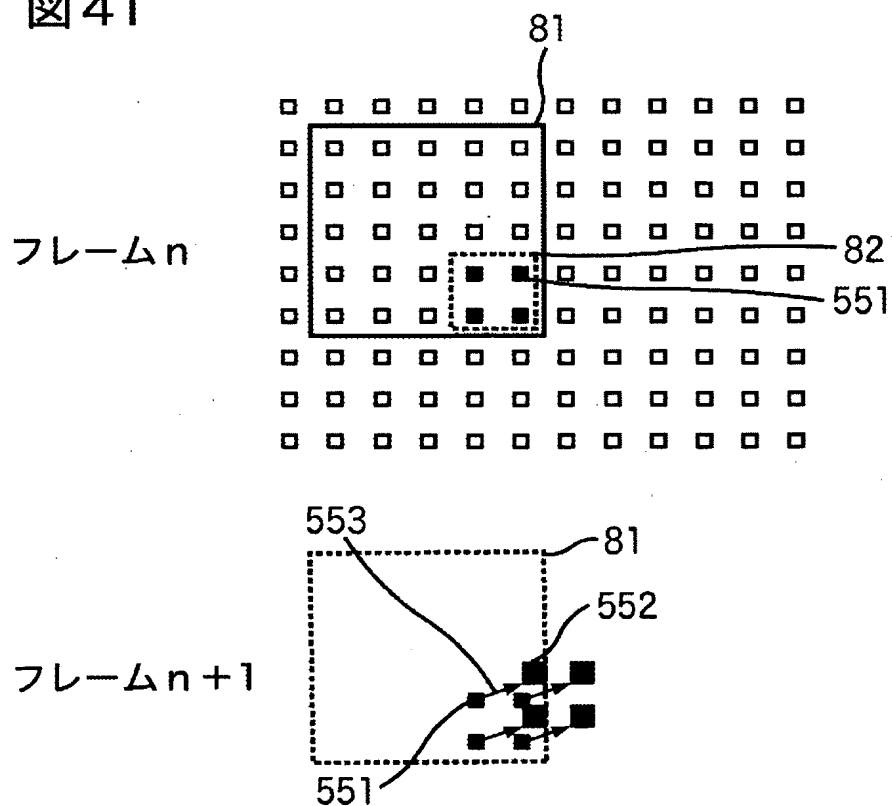
38/91

図 40



[図41]

図 41

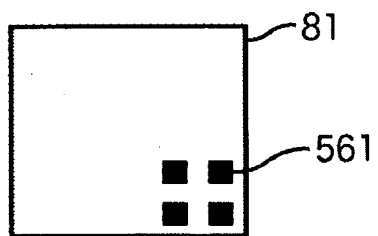


[図42]

39/91

図 42

フレームn



[図43]

40/91

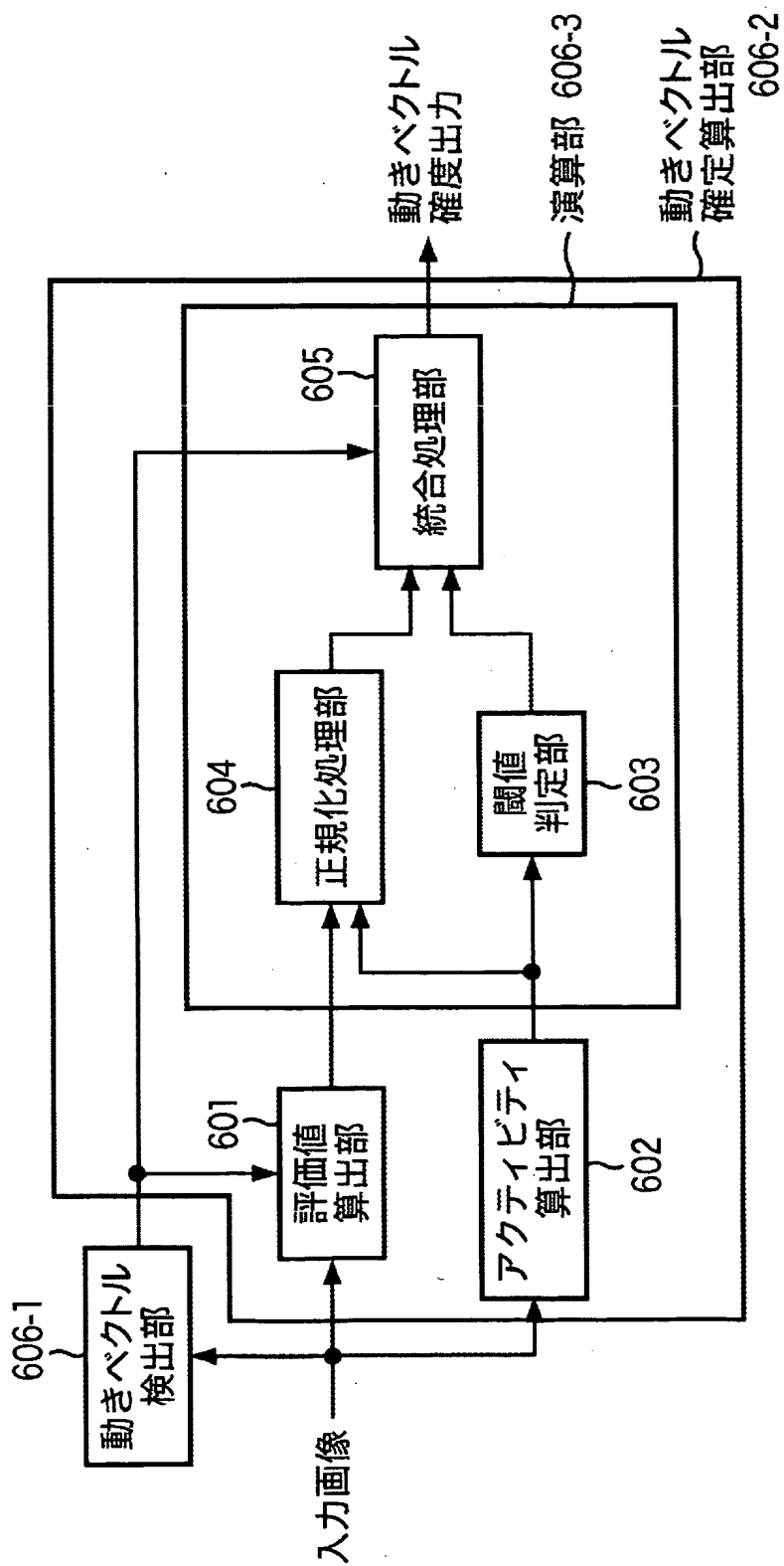


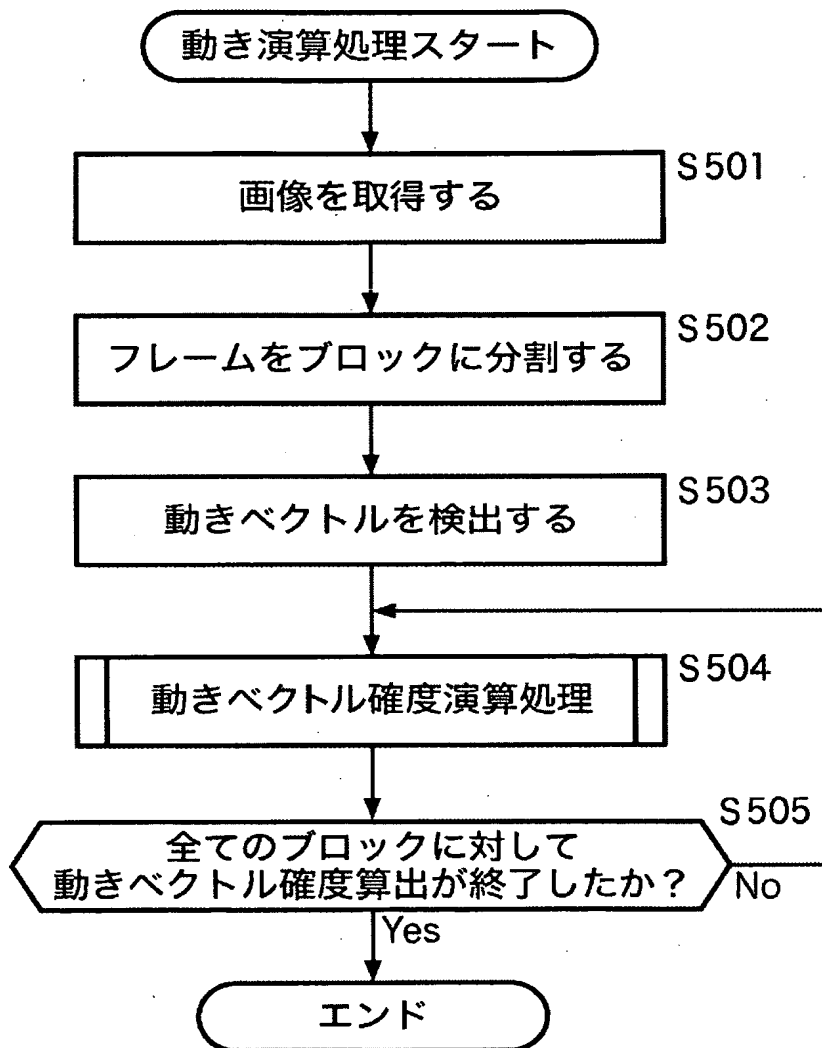
図43

12 動き推定部

[図44]

41/91

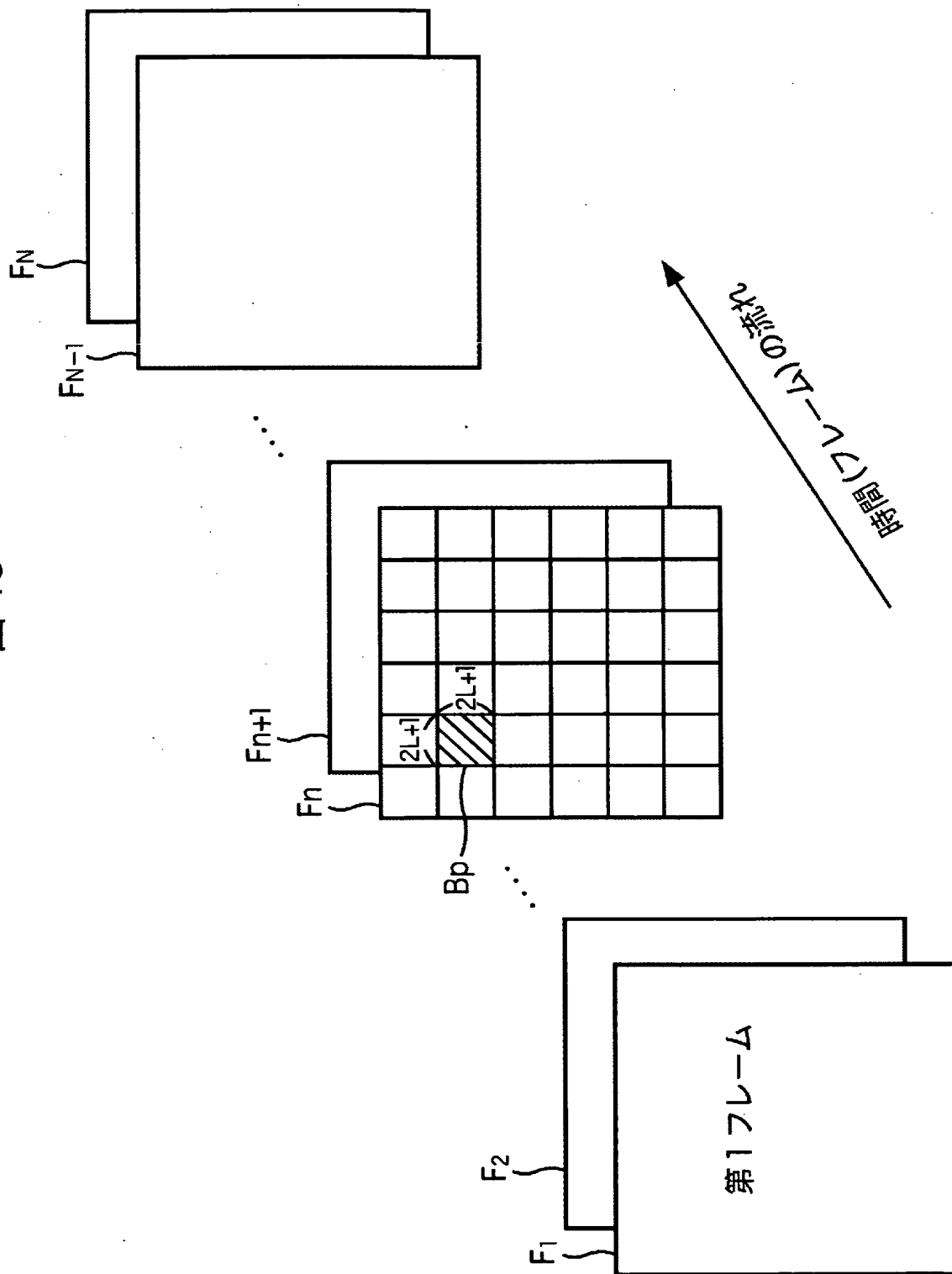
図 44



[図45]

42/91

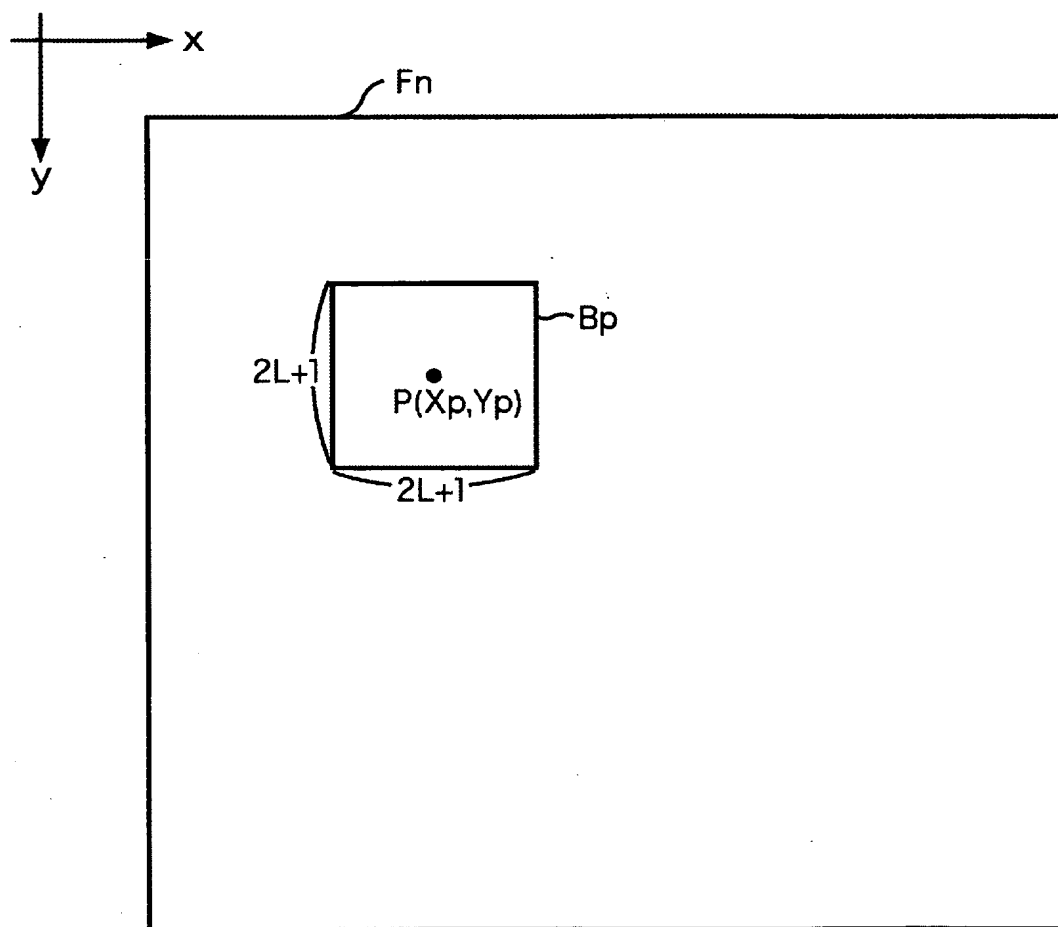
図45



[図46]

43/91

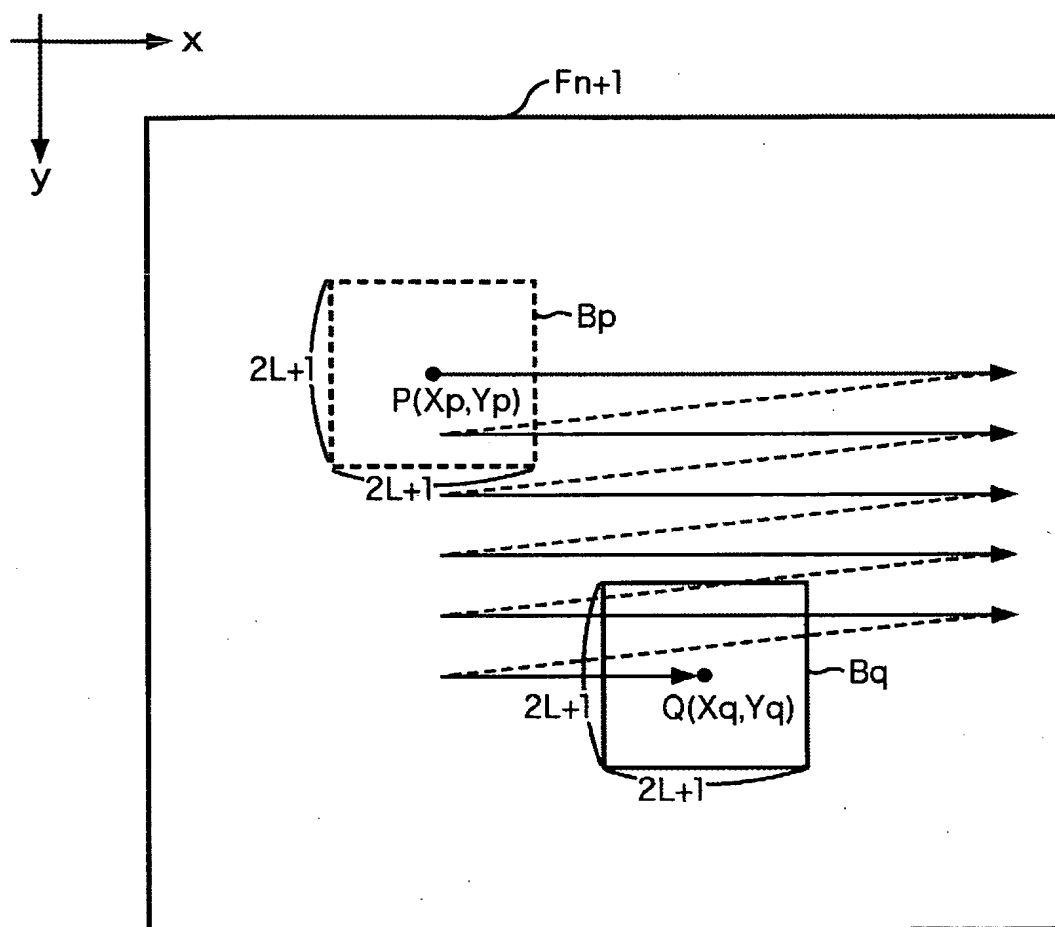
図 46



[図47]

44/91

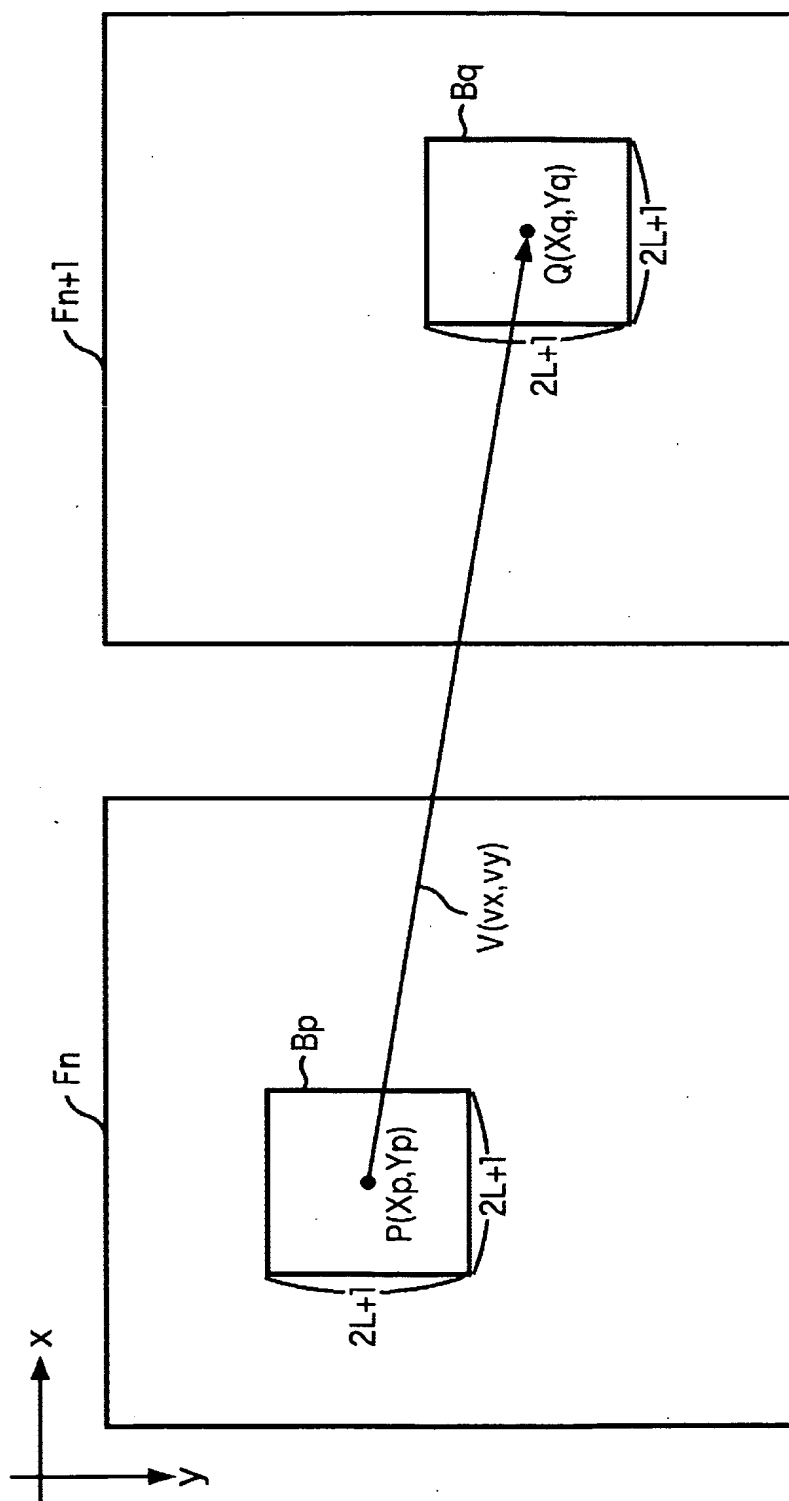
図 47



[図48]

45/91

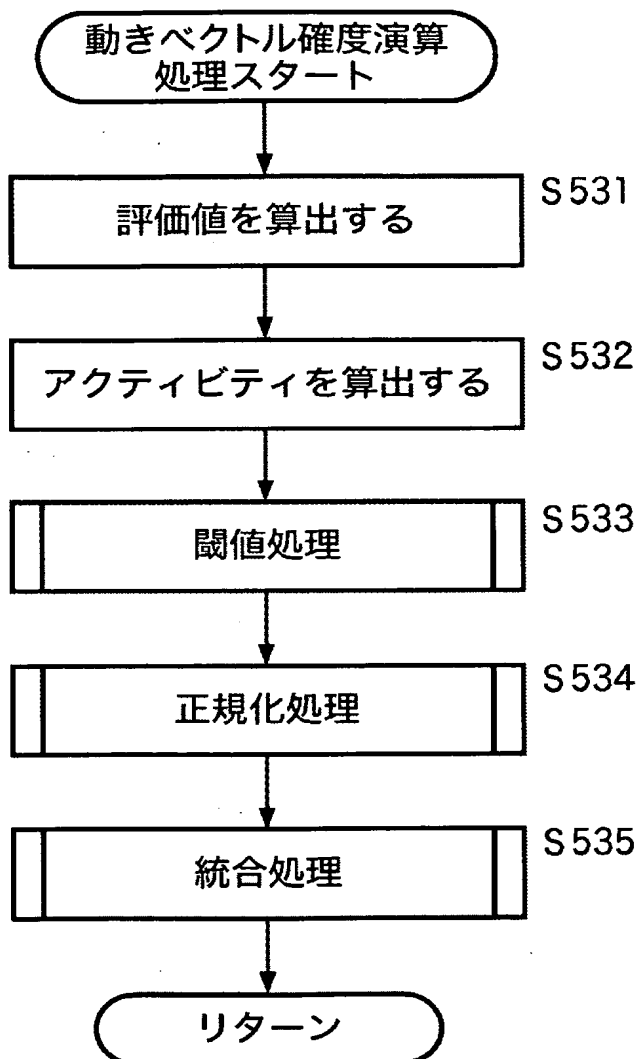
図 48



[図49]

46/91

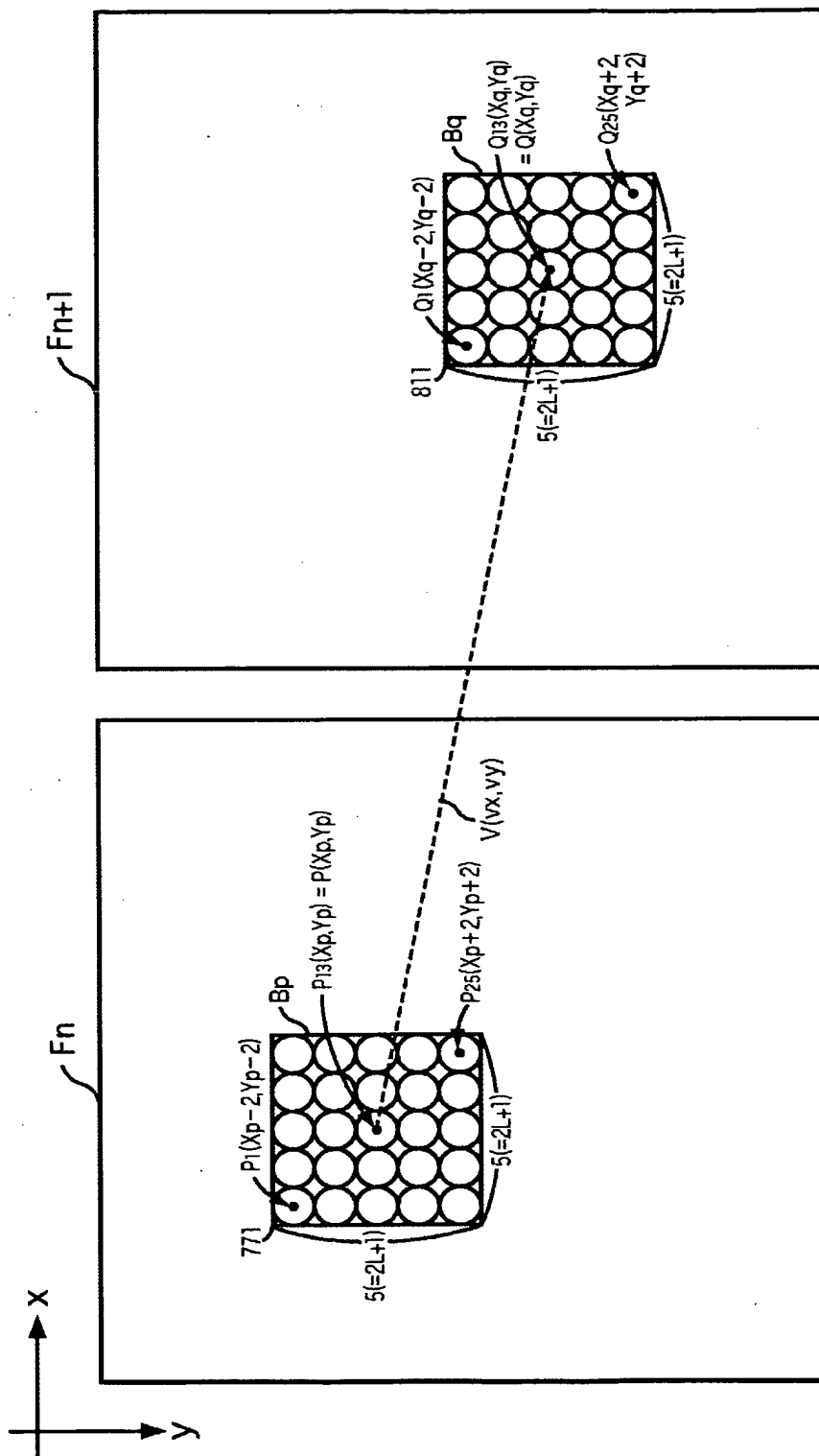
図 49



[図50]

47/91

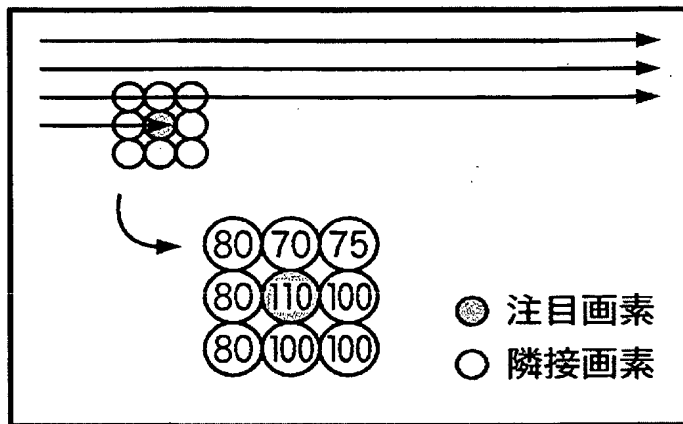
図50



[図51]

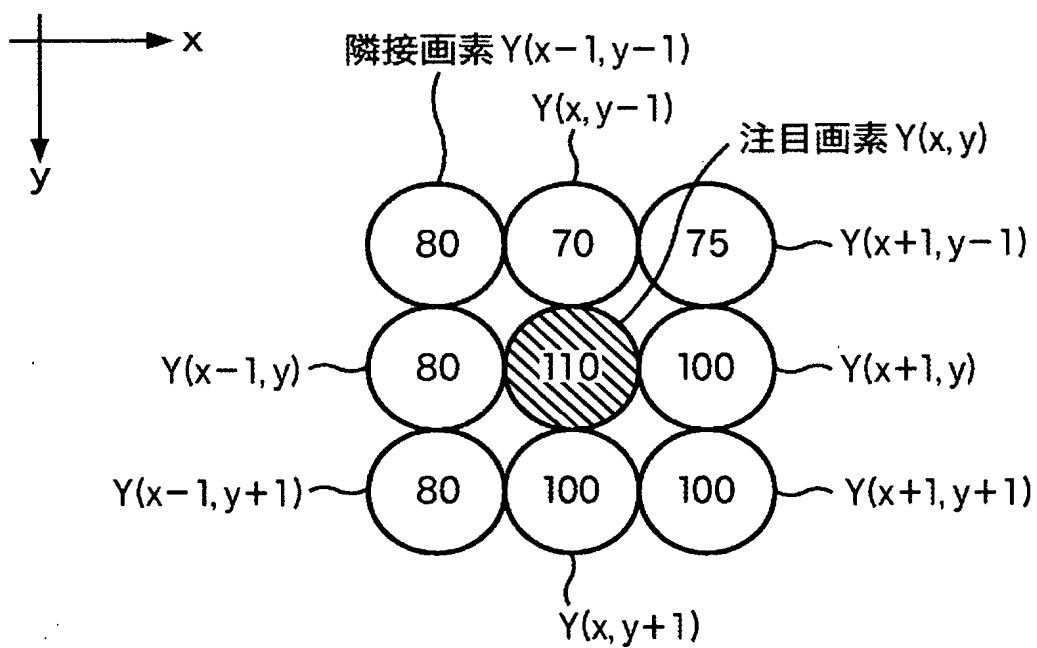
48/91

図 51



[図52]

図 52



[図53]

49/91

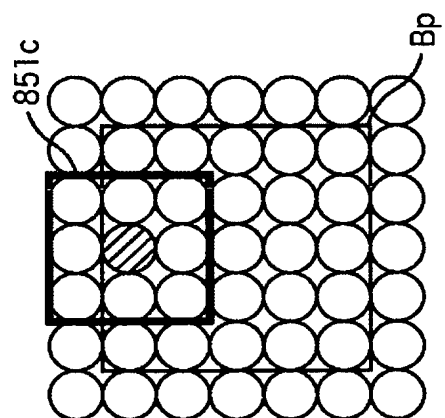


図53C

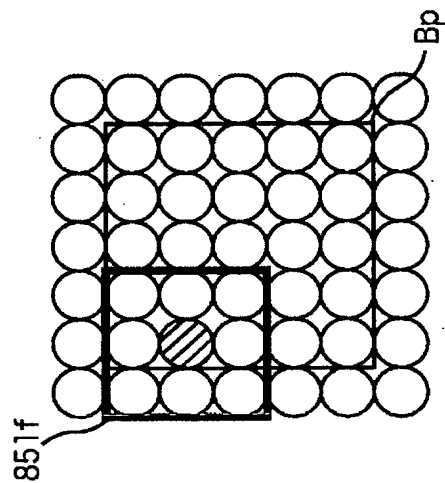


図53F

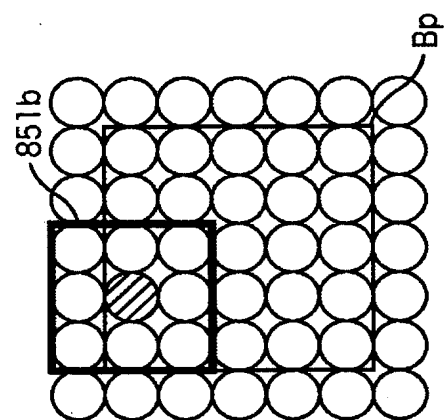


図53B

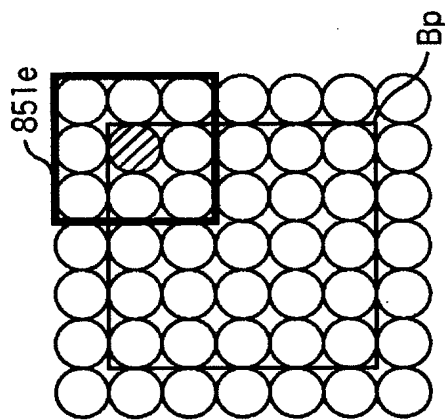


図53E

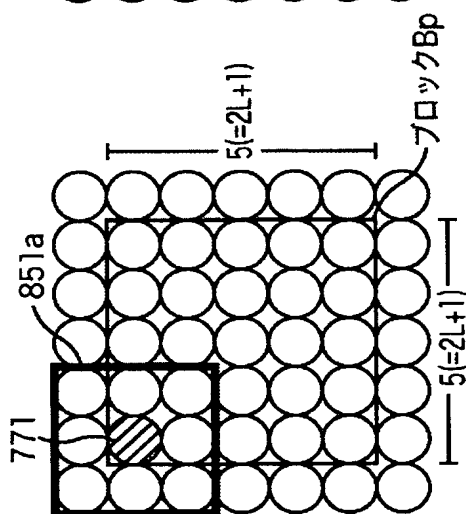


図53A

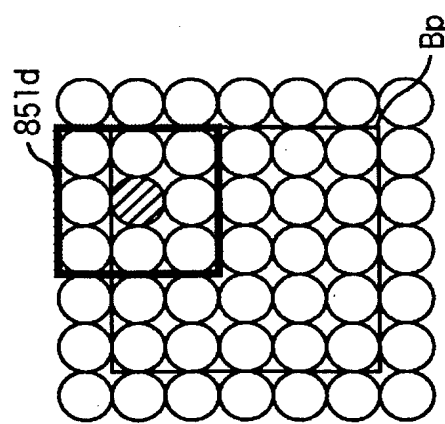
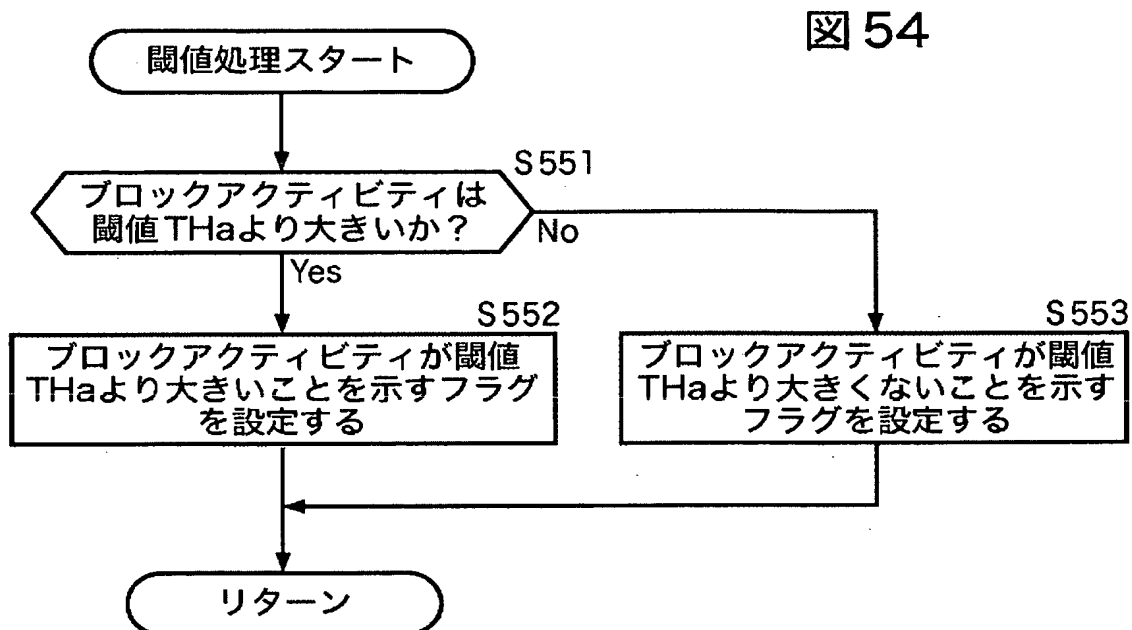


図53D

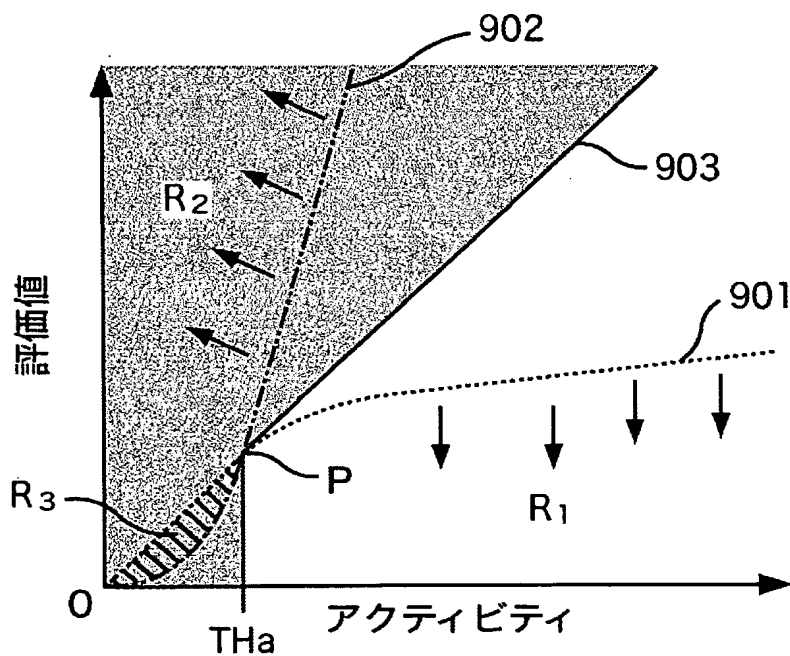
[図54]

50/91



·[圖55]

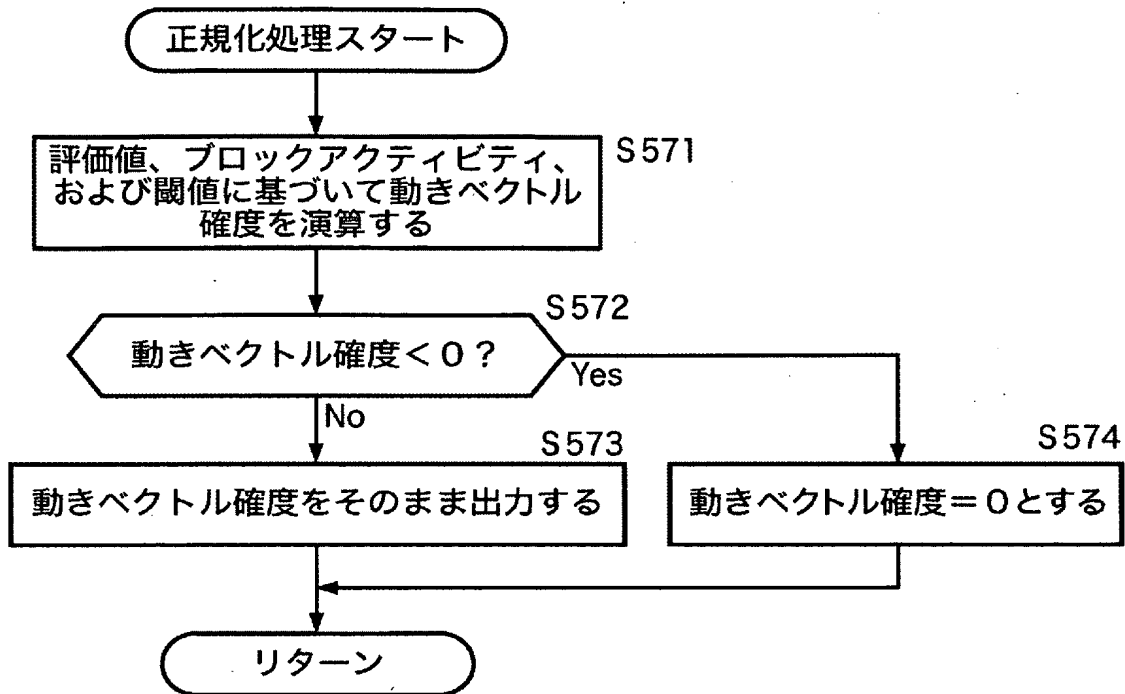
图 55



[図56]

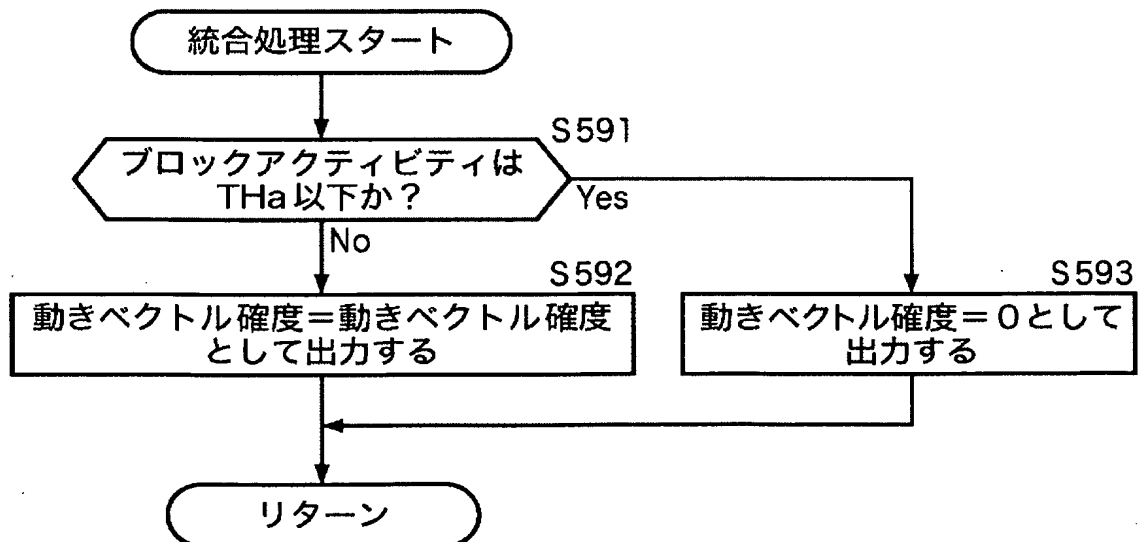
51/91

図 56



[図57]

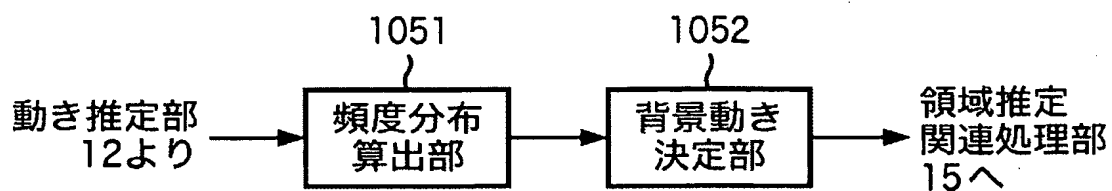
図 57



[図58]

52/91

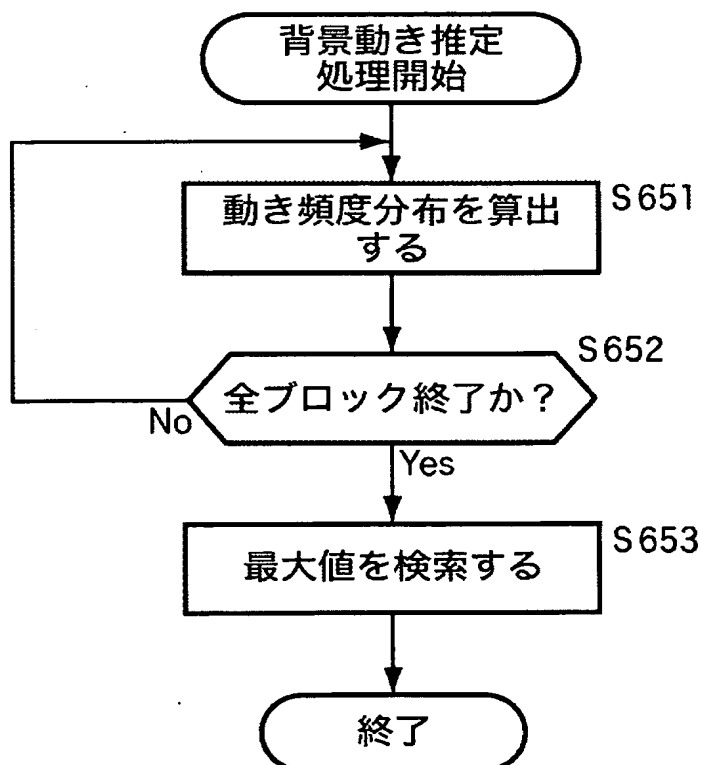
図 58



[図59]

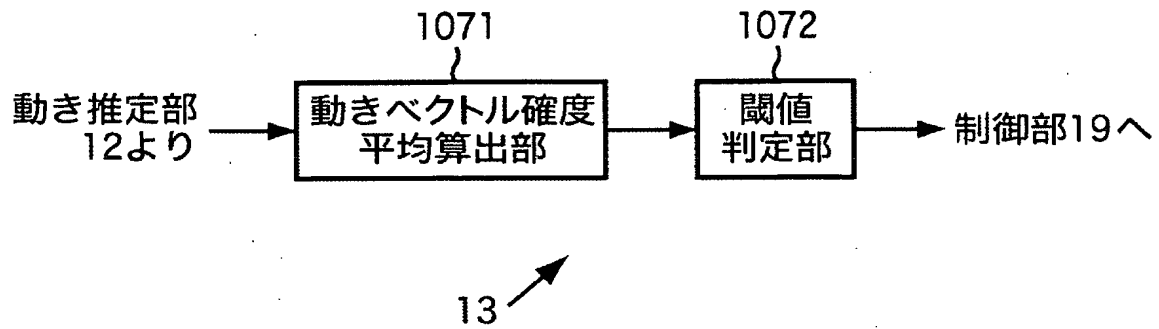
53/91

図 59



[図60]

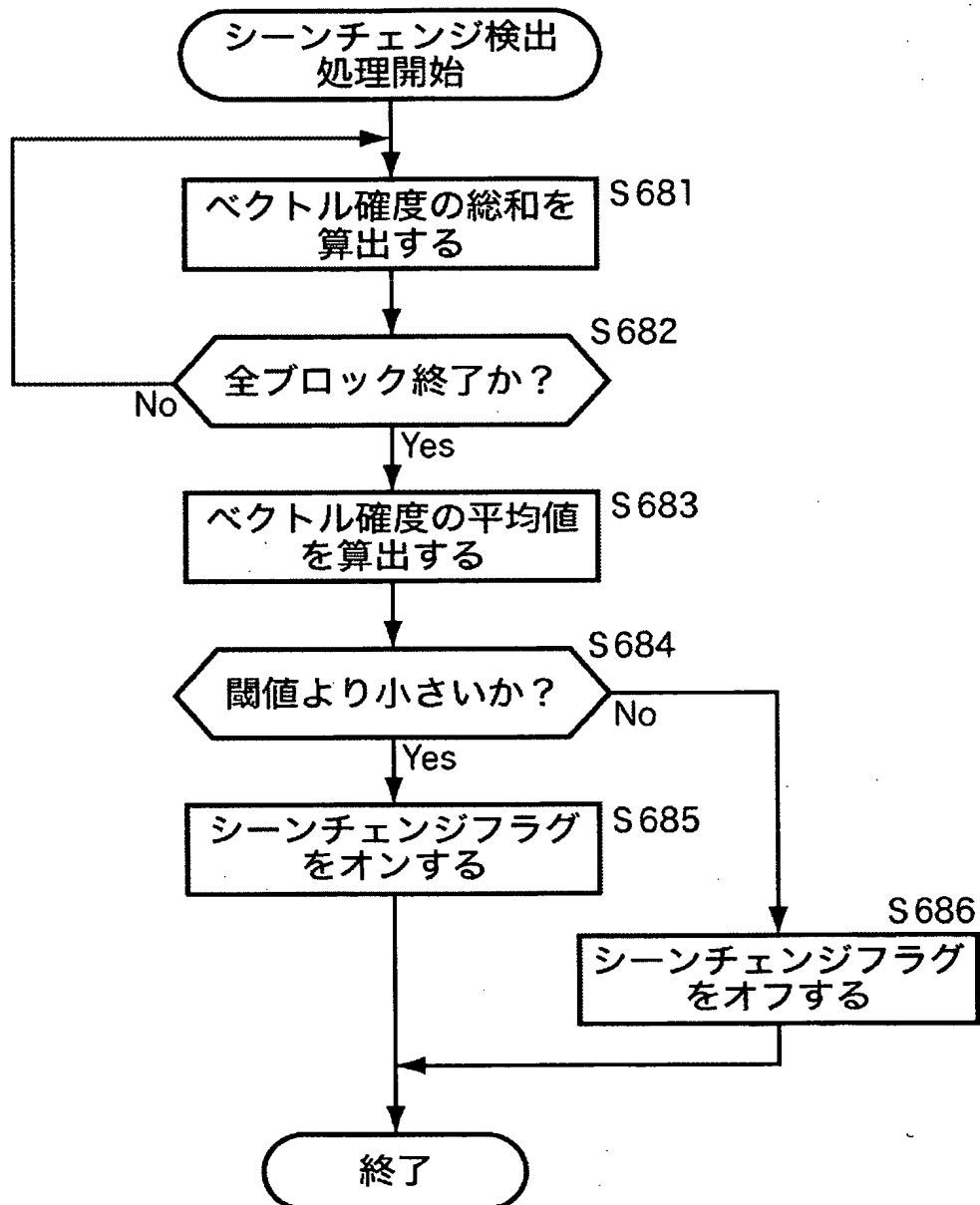
図 60



[図61]

54/91

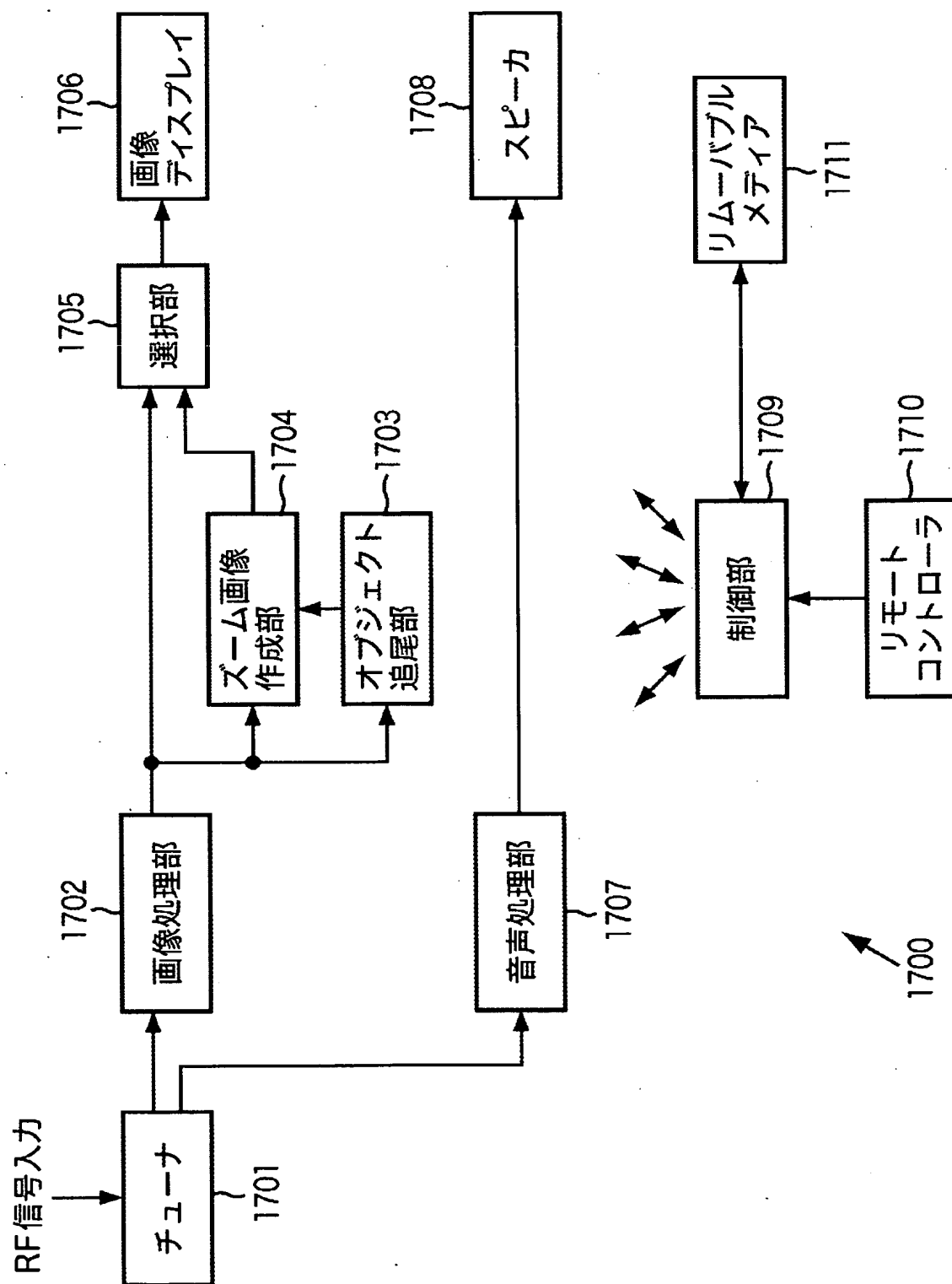
図 61



[図62]

55/91

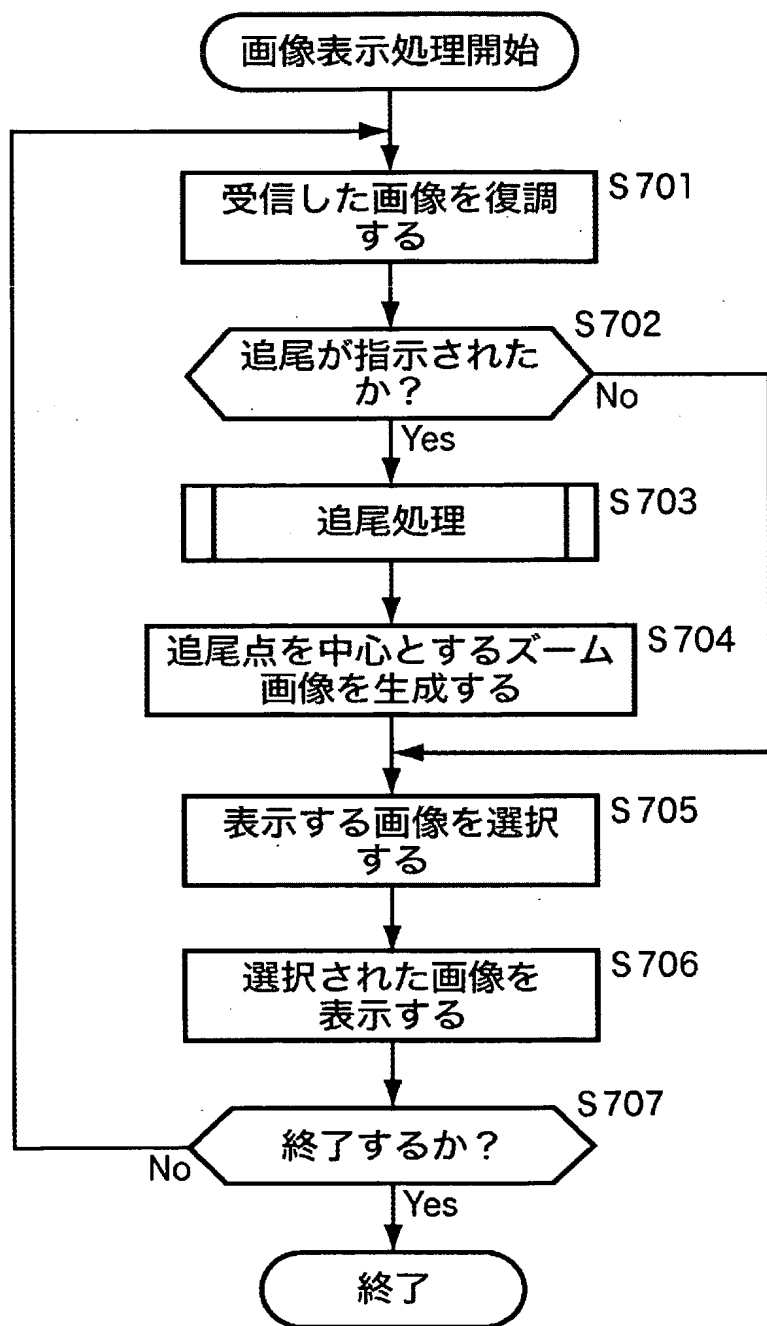
図62



[図63]

56/91

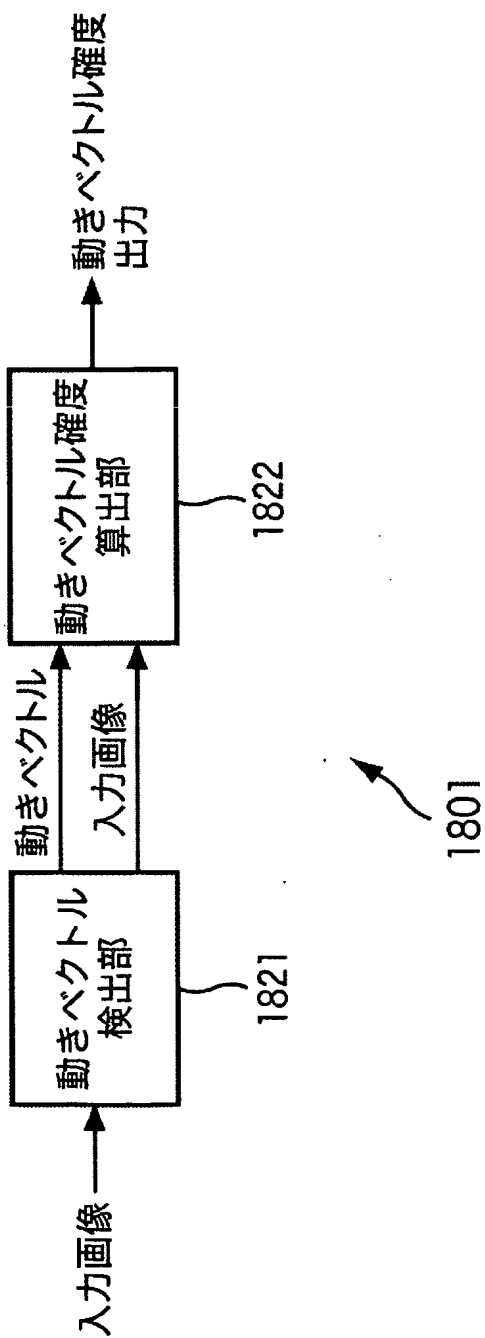
図 63



[図64]

57/91

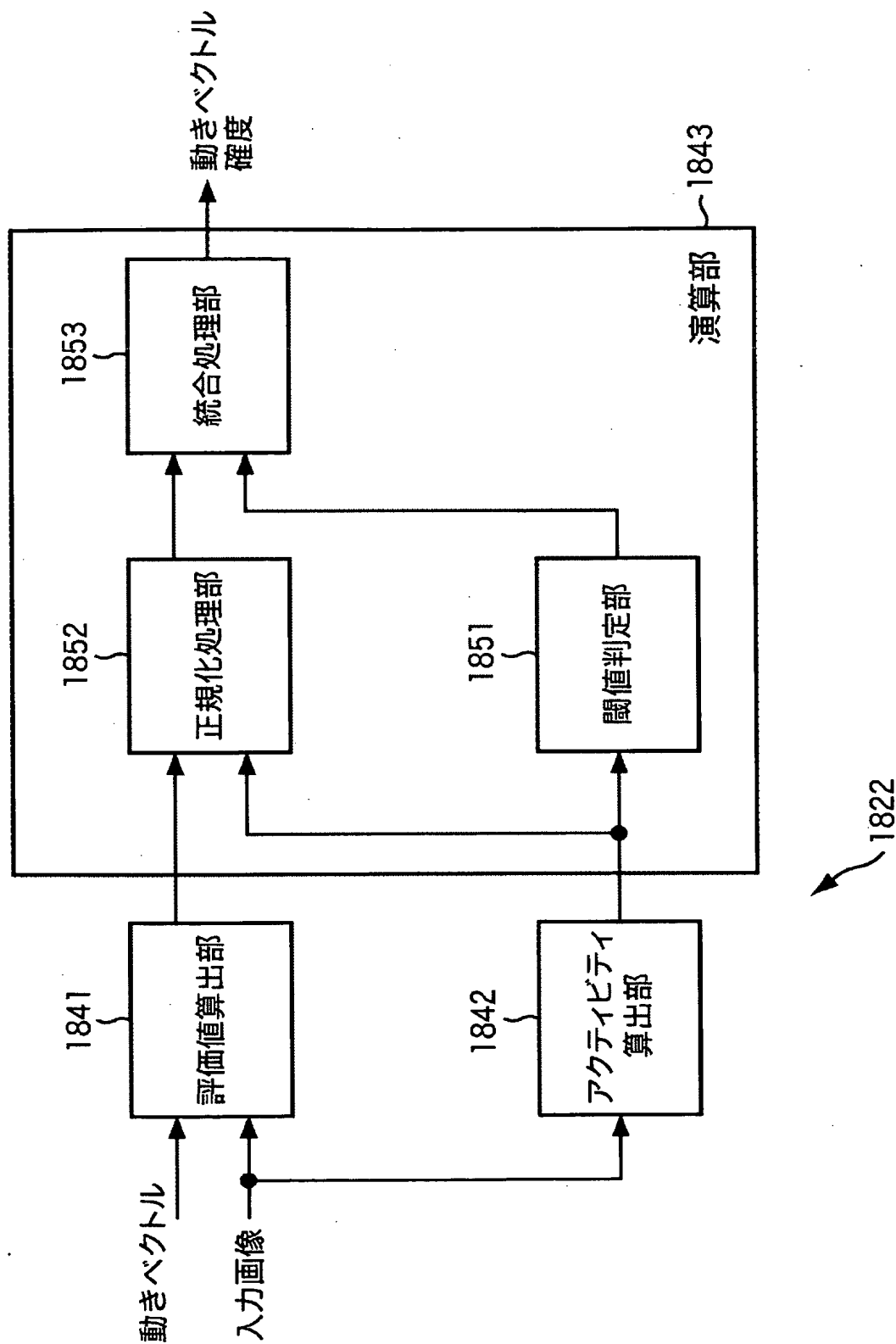
図64



[図65]

58/91

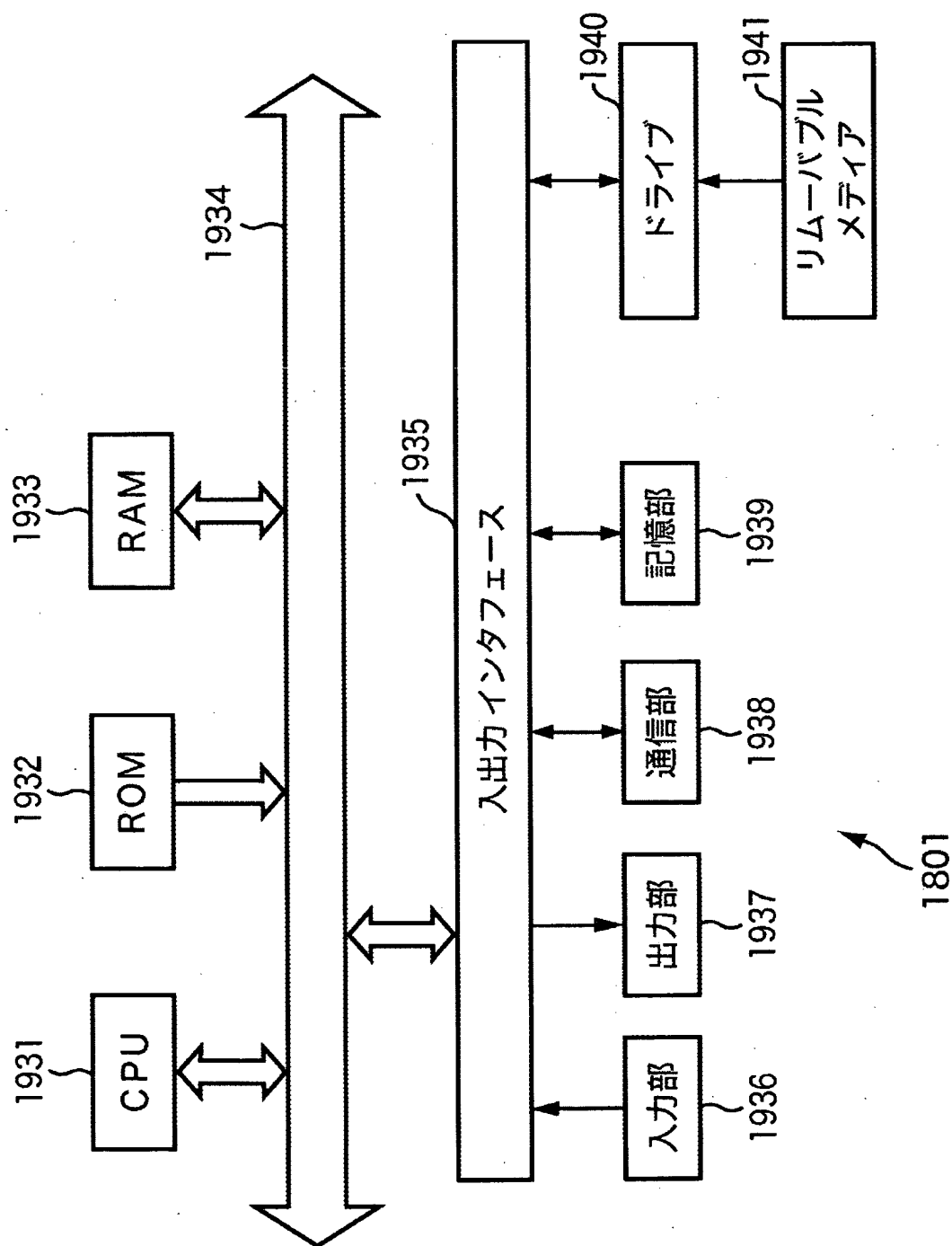
図65



[図66]

59/91

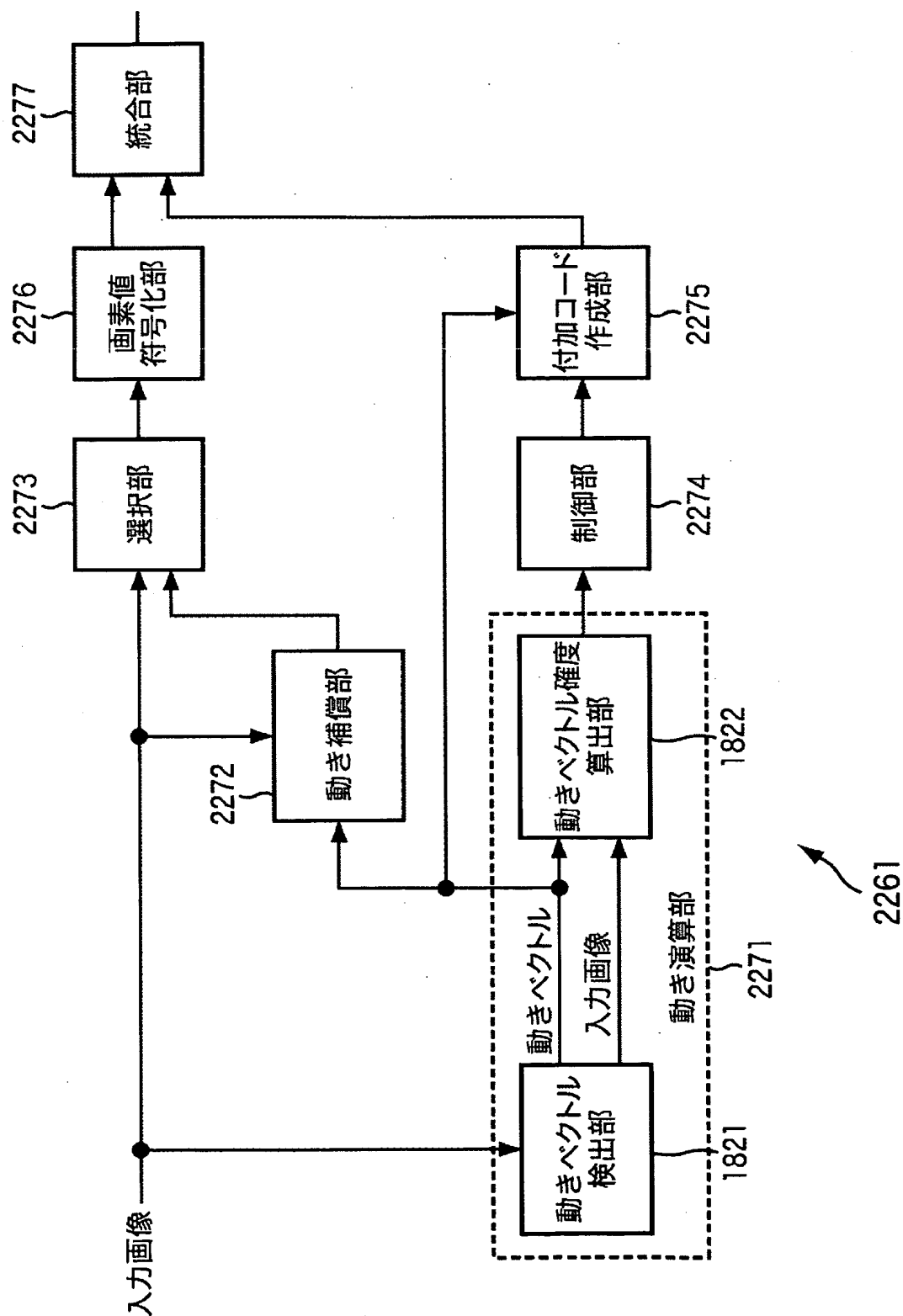
図66



[図67]

60/91

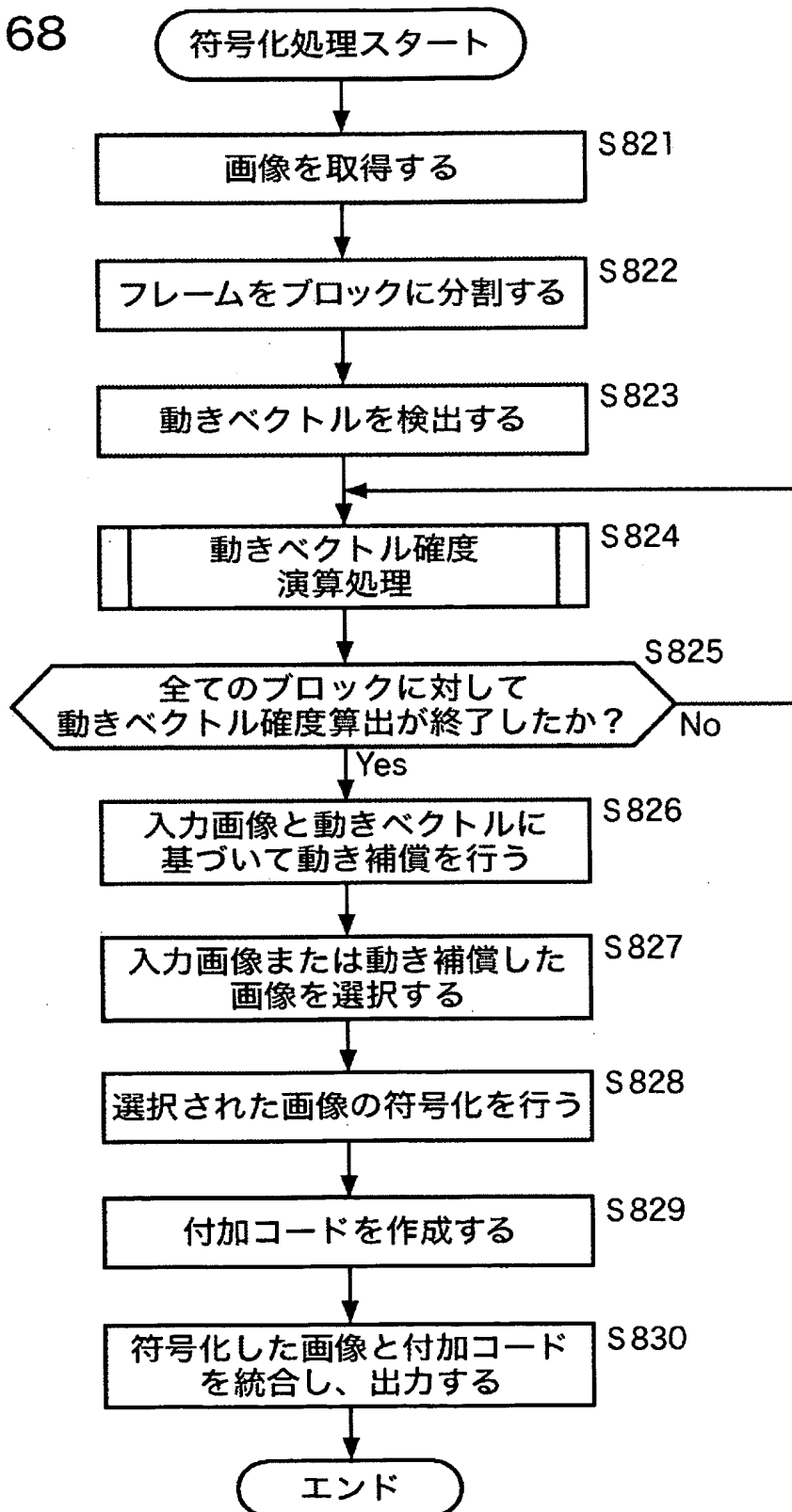
図 67



[図68]

61/91

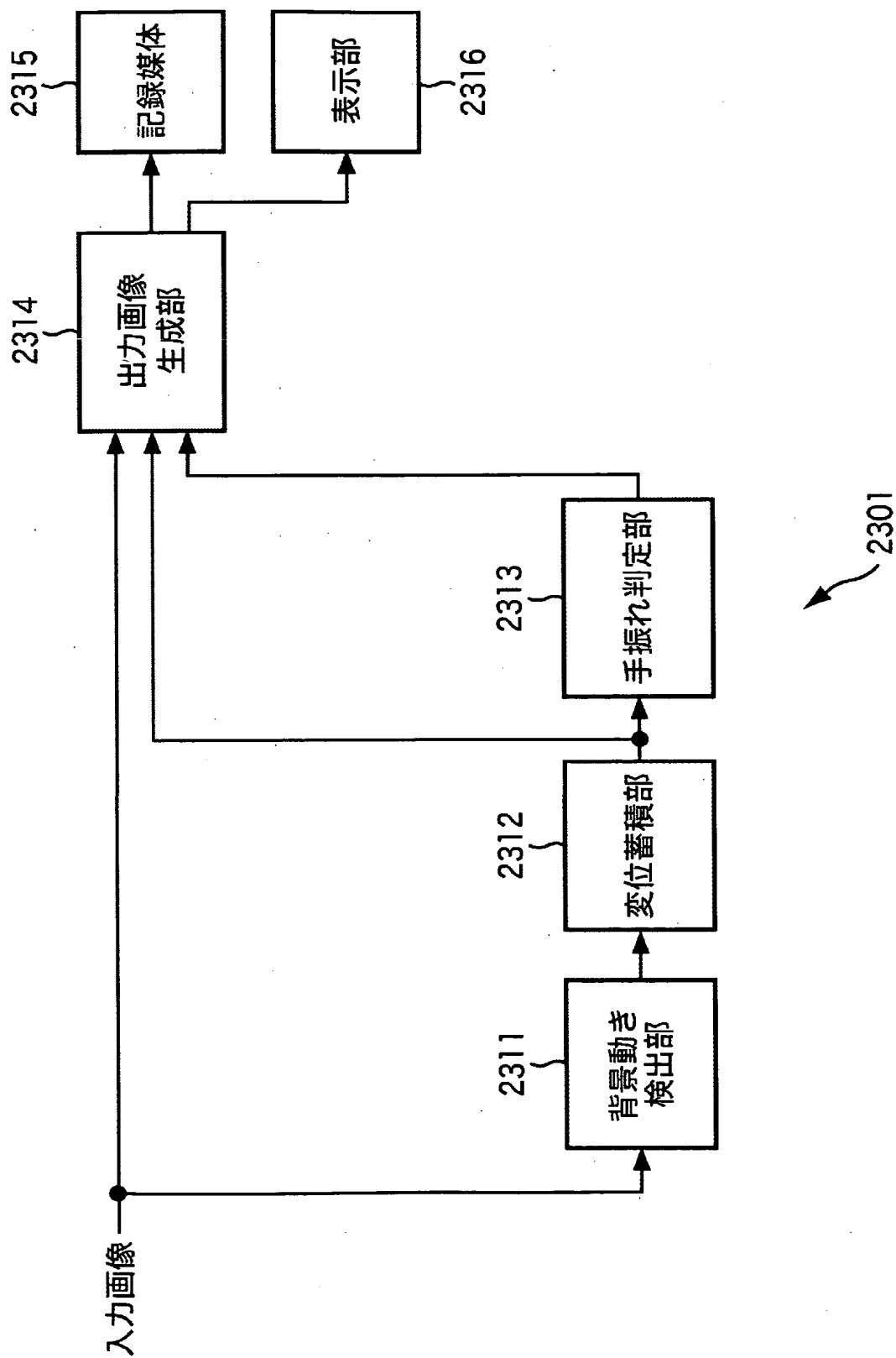
図 68



[図69]

62/91

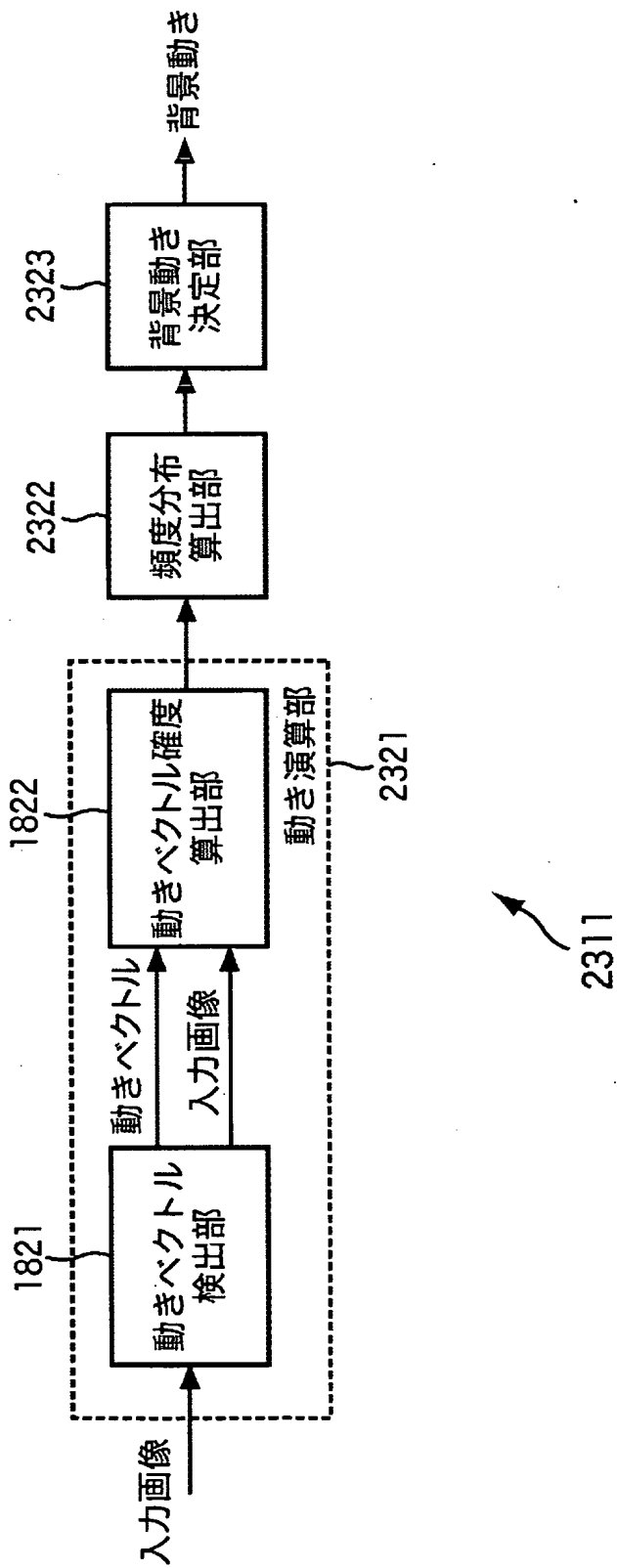
図 69



[図70]

63/91

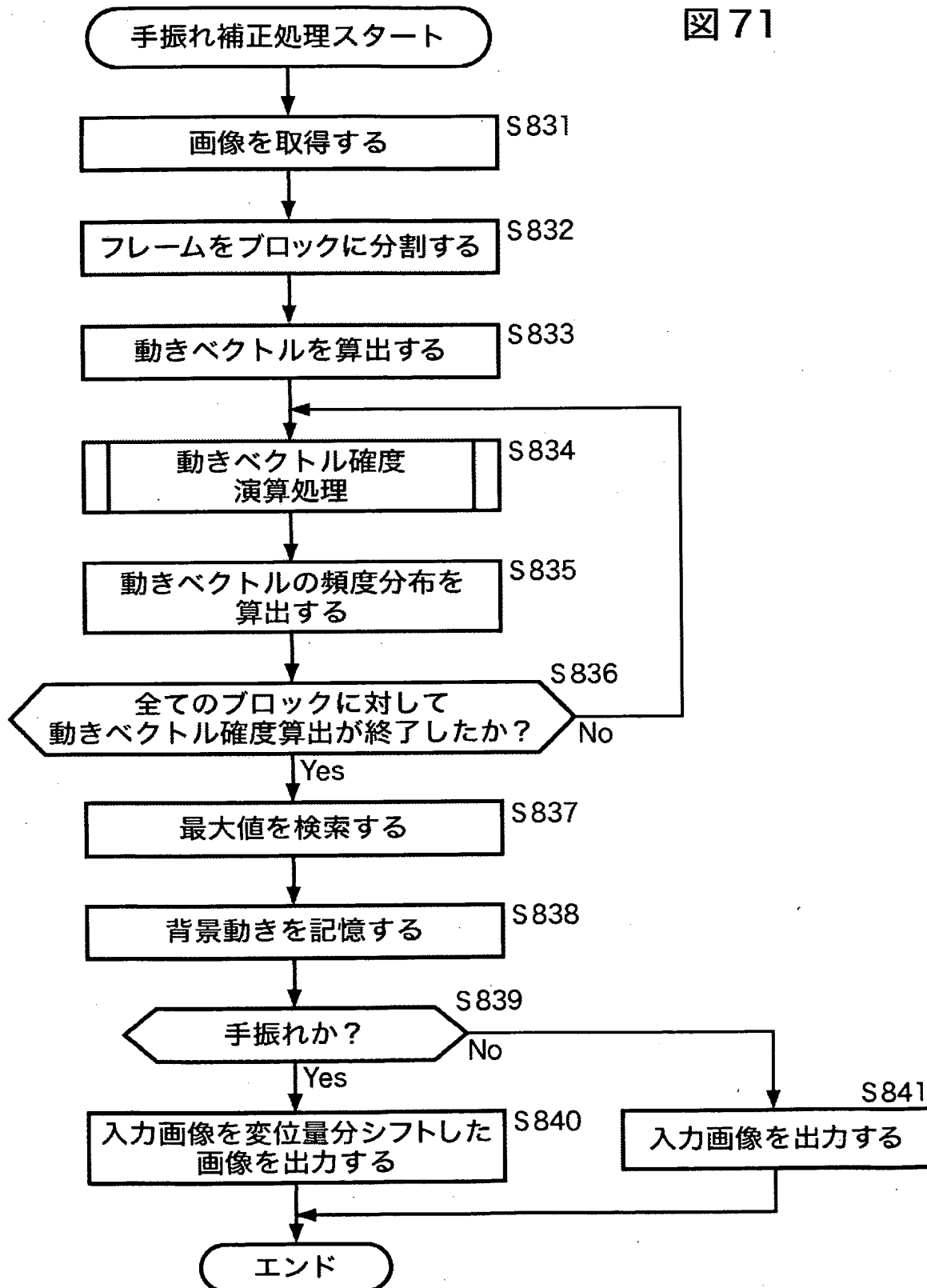
図70



[図71]

64/91

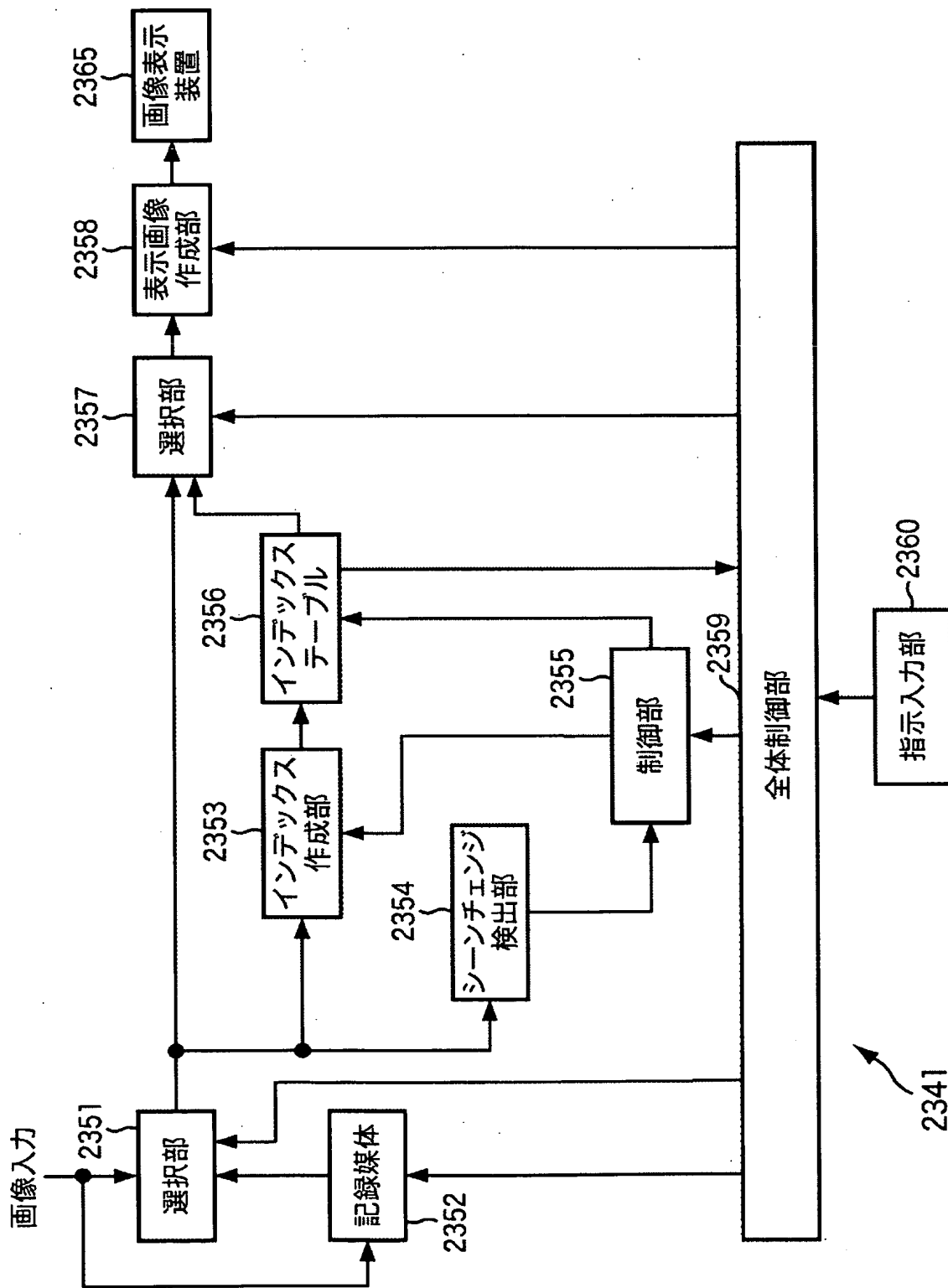
図 71



[図72]

65/91

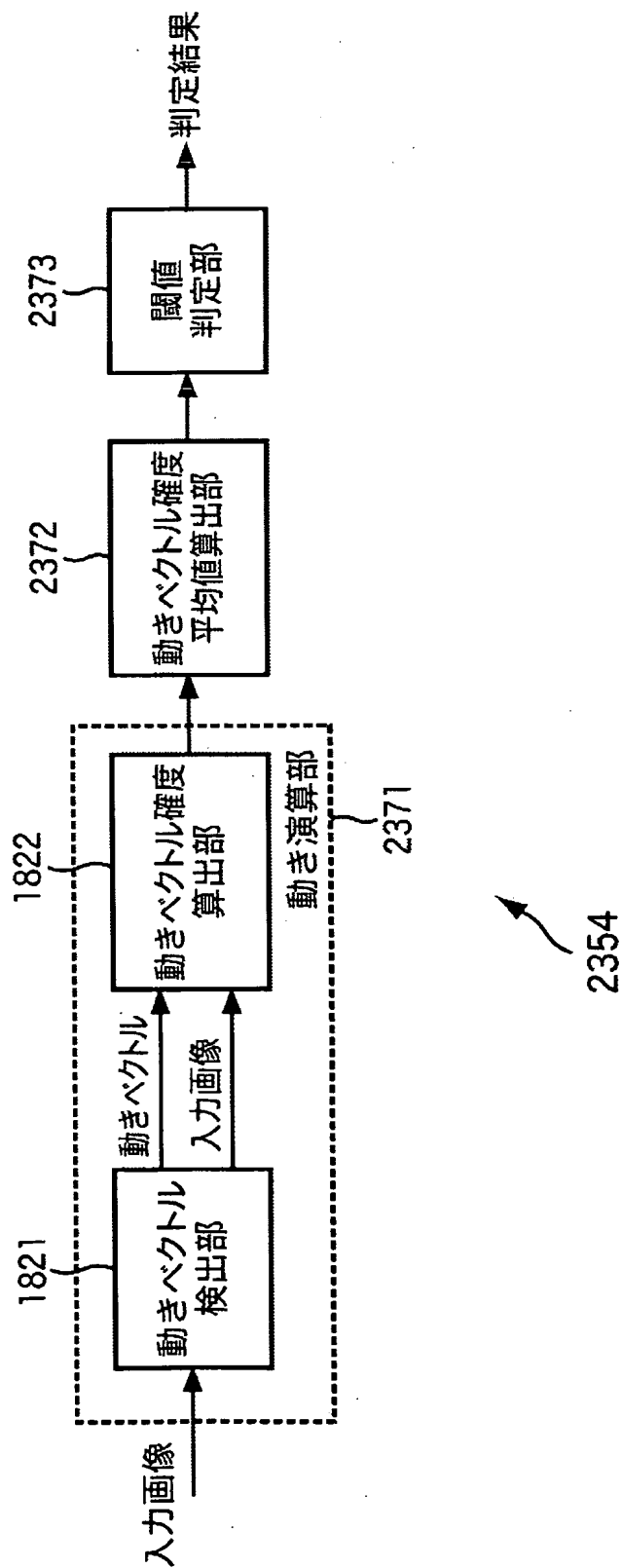
図 72



[図73]

66/91

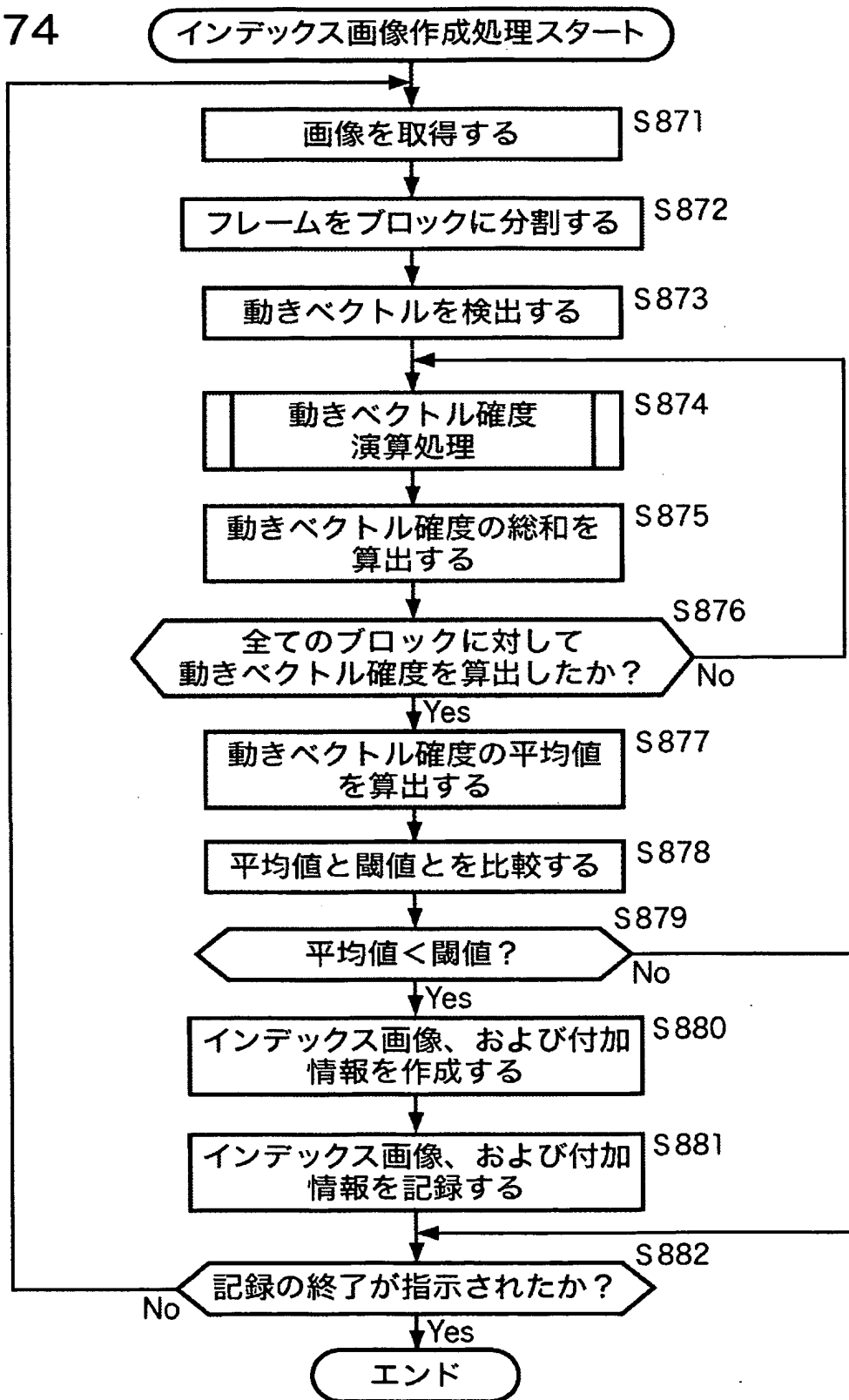
図73



[図74]

67/91

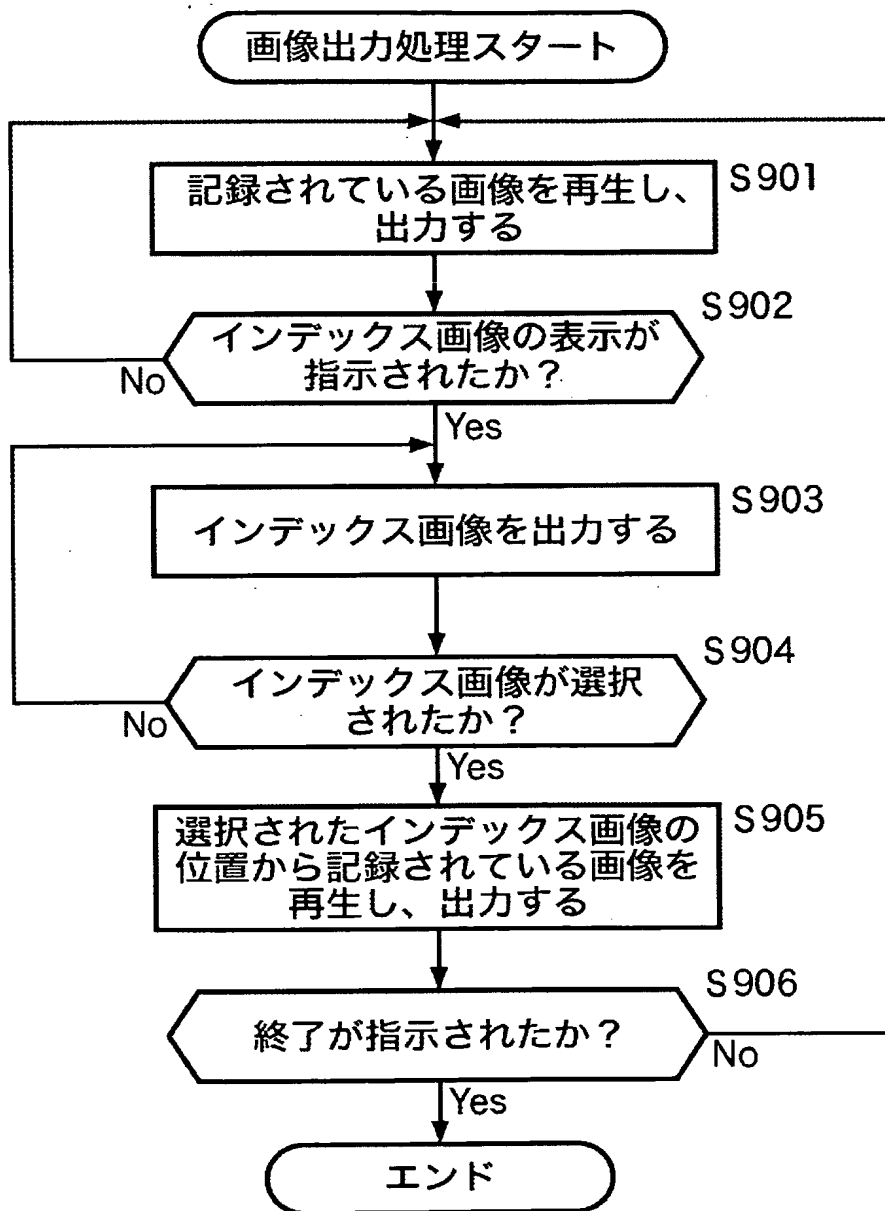
図 74



[図75]

68/91

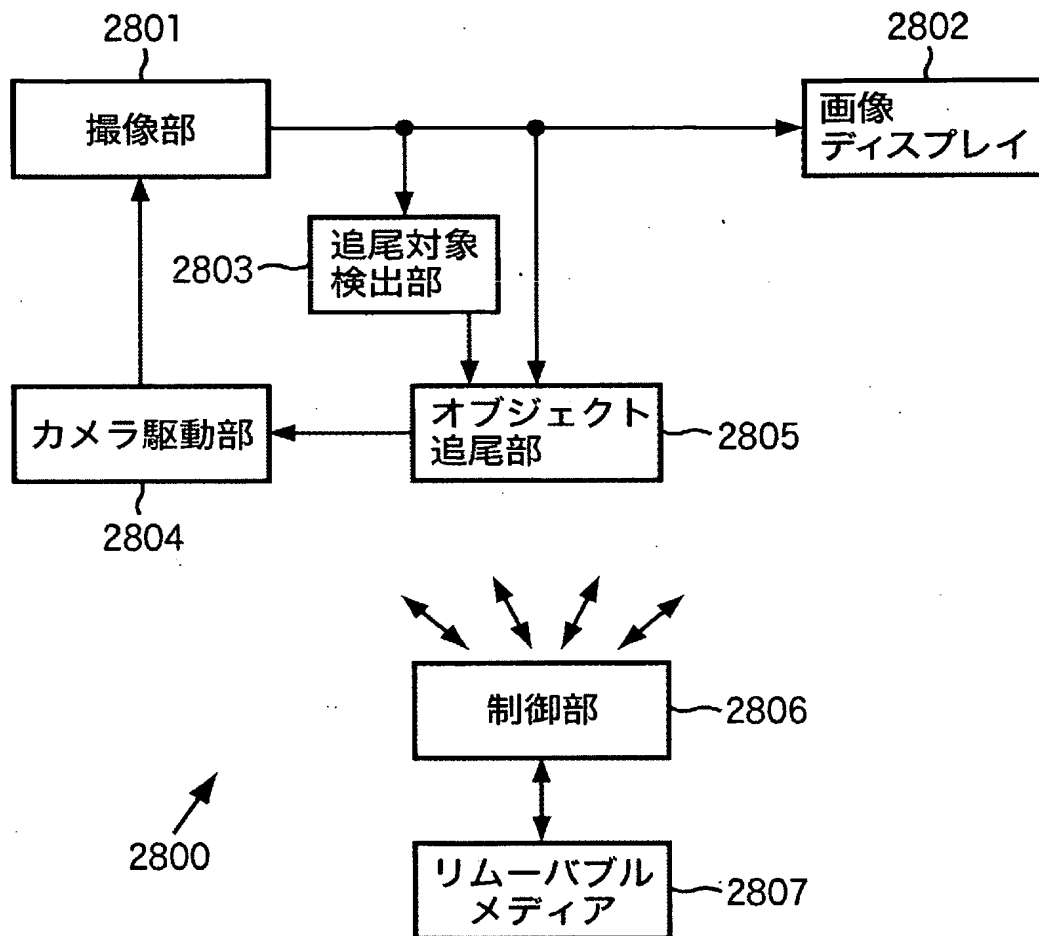
図 75



[図76]

69/91

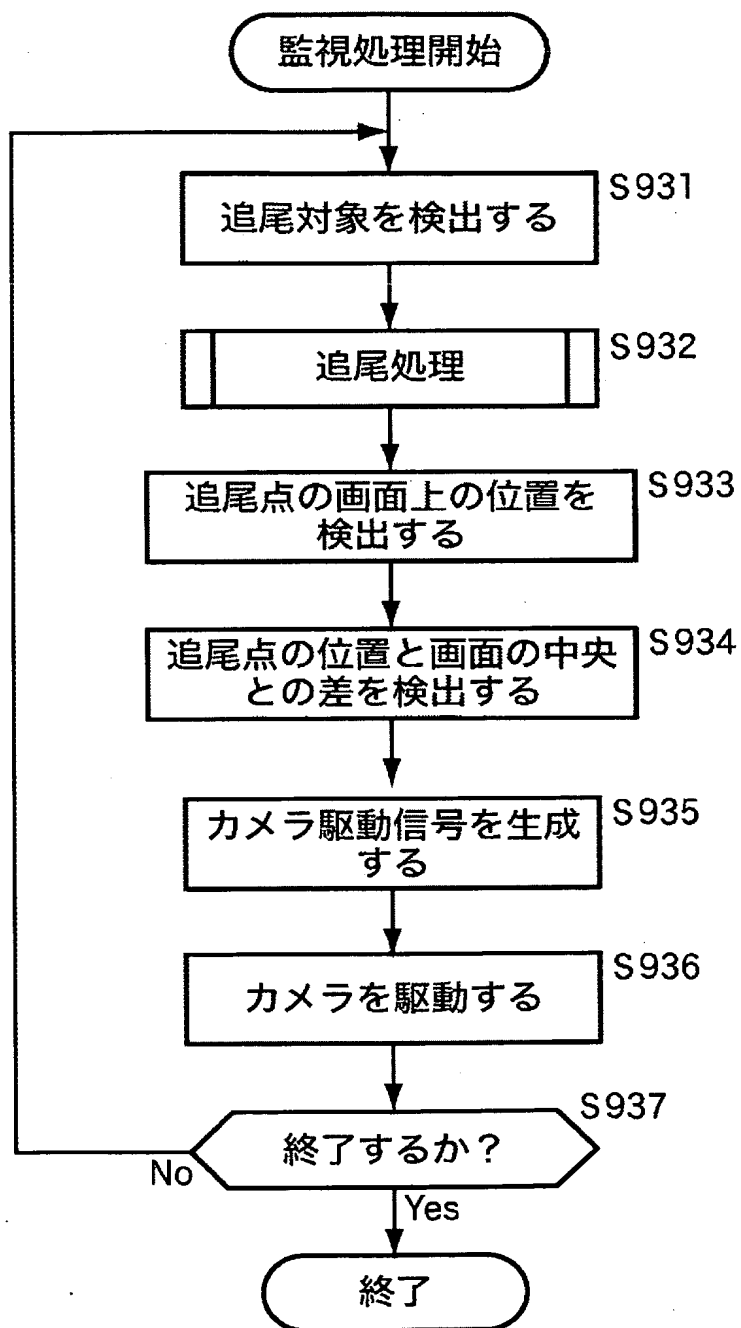
図 76



[図77]

70/91

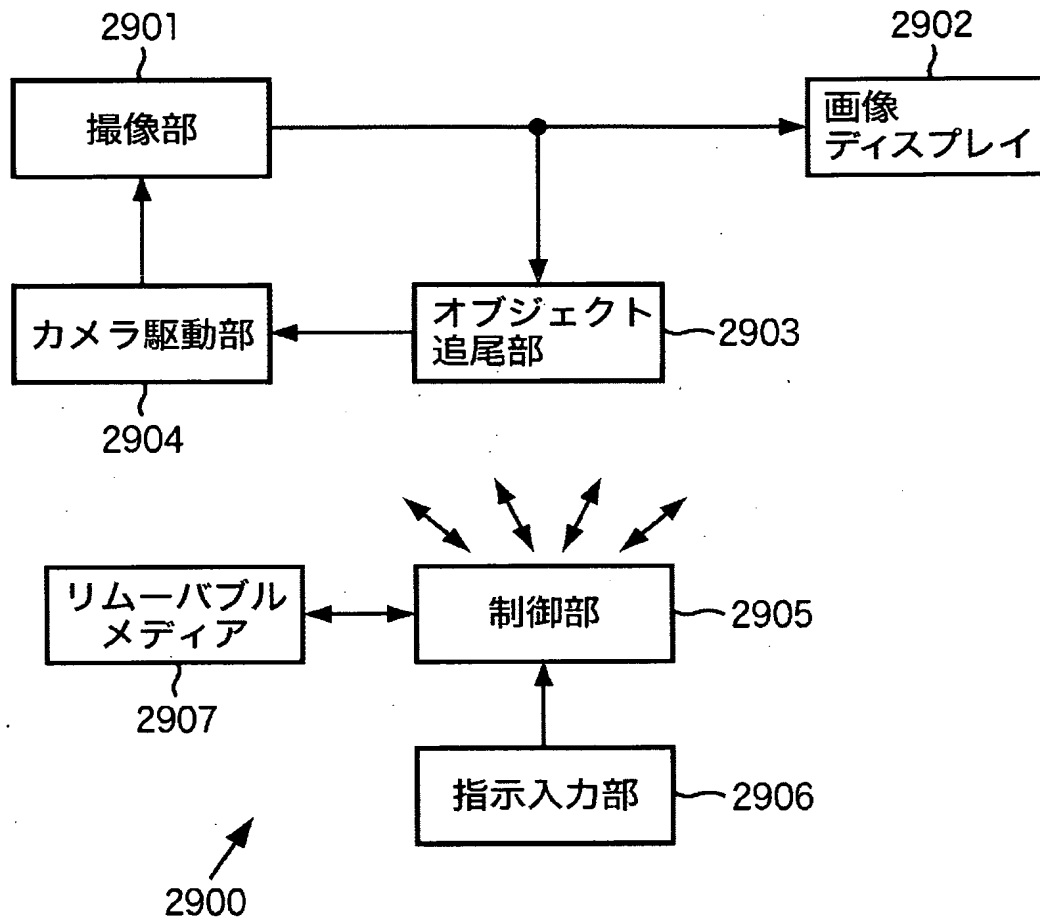
図 77



[図78]

71/91

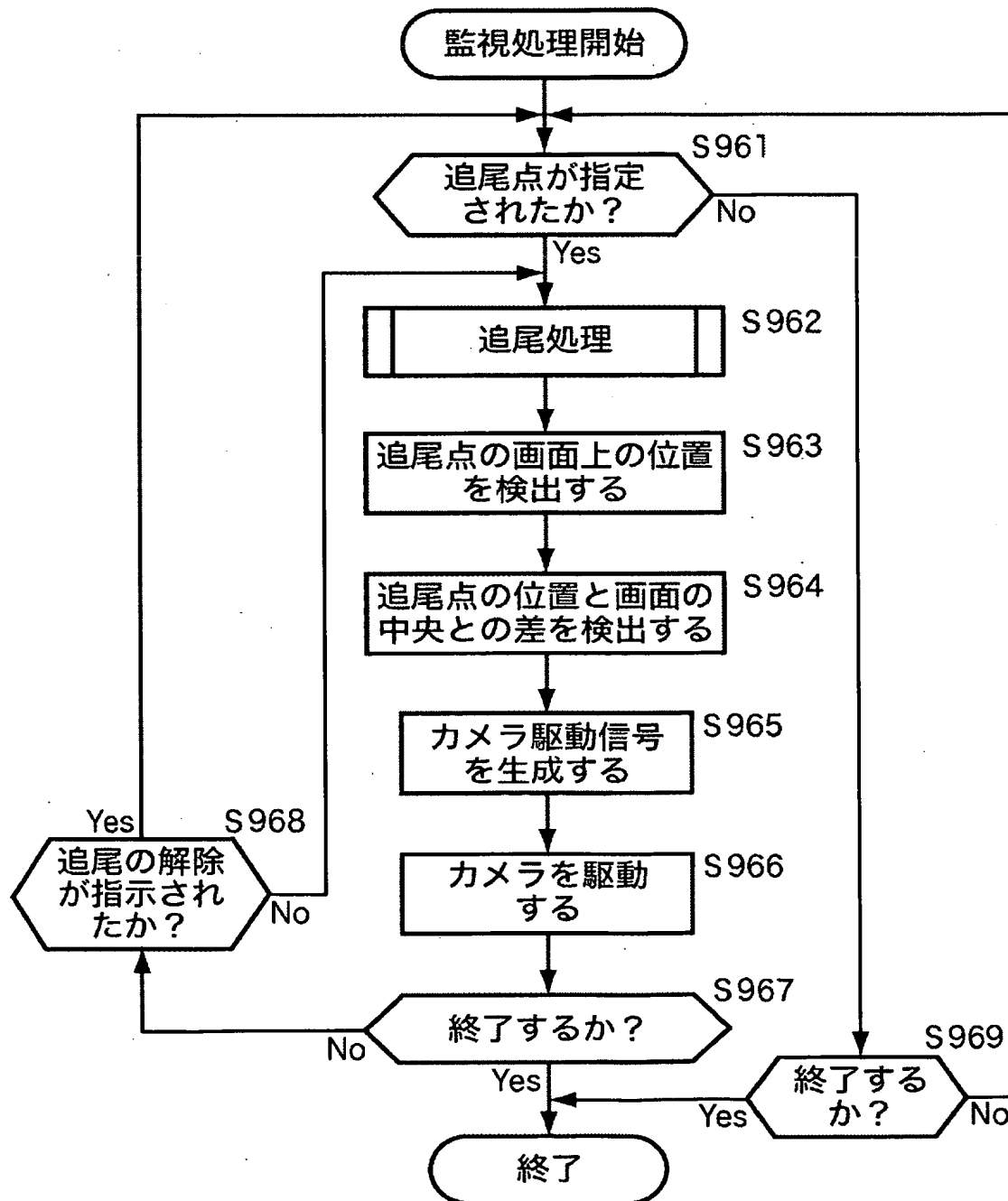
図 78



[図79]

72/91

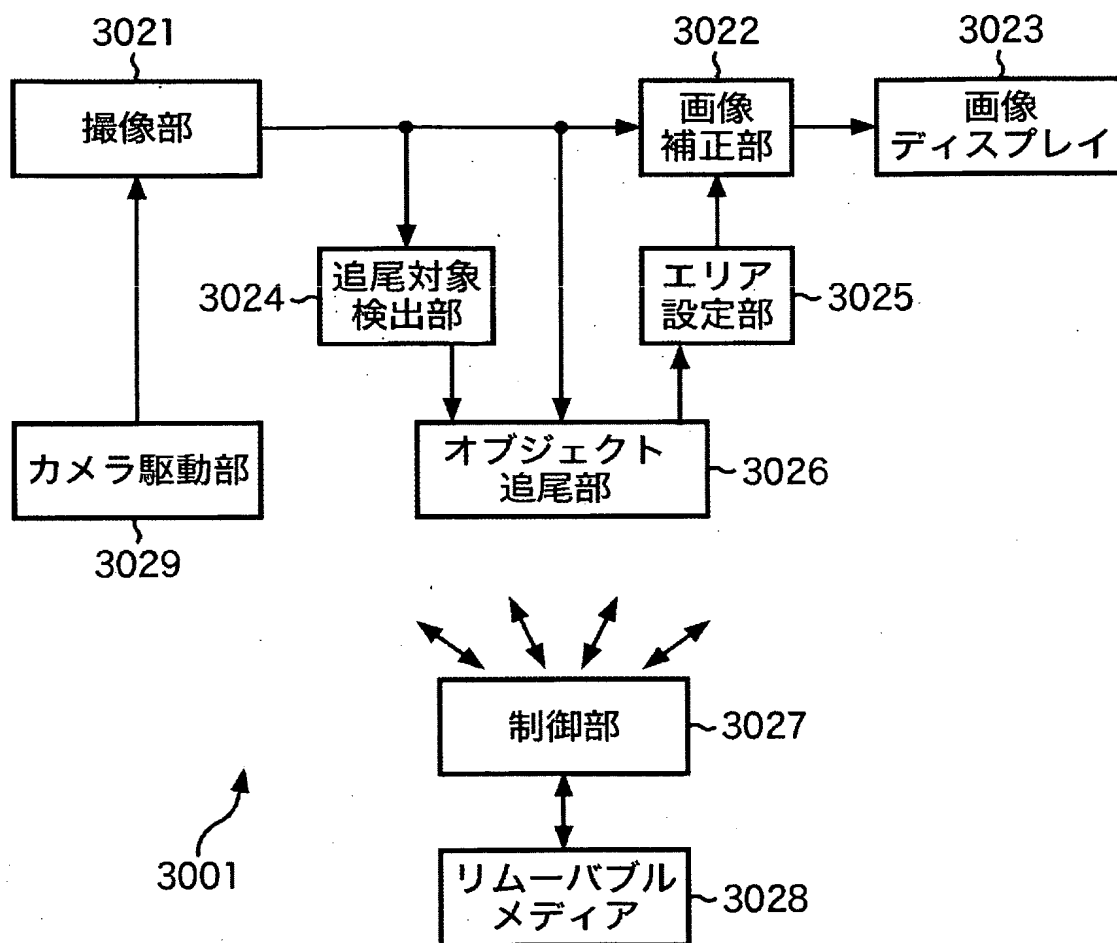
図 79



[図80]

73/91

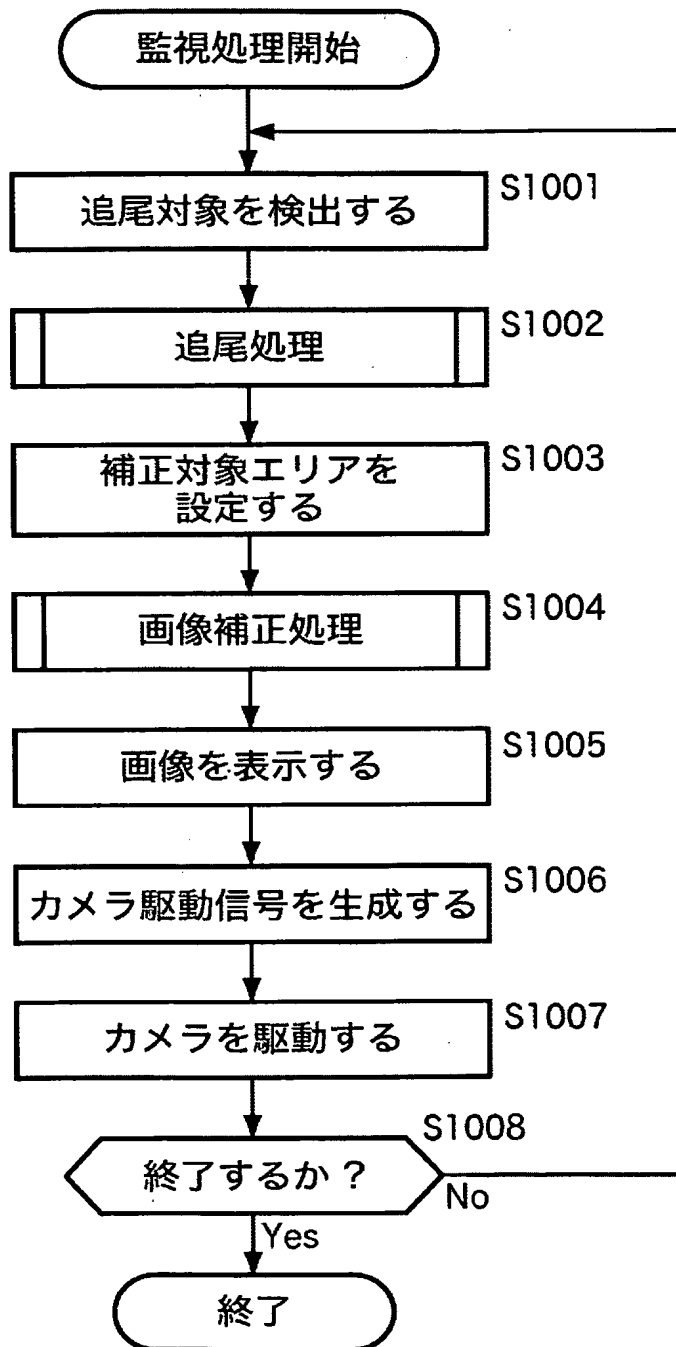
図 80



[図81]

74/91

図 81



[図82]

75/91

図 82A

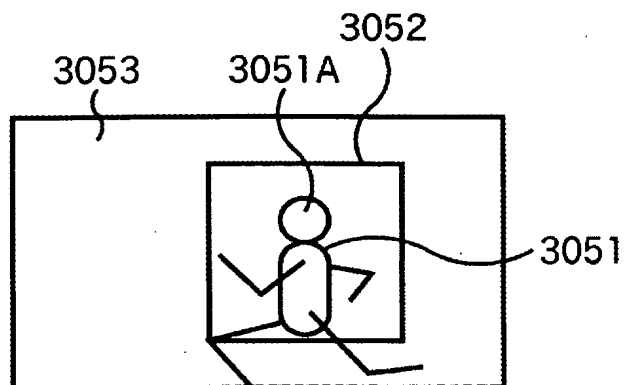


図 82B

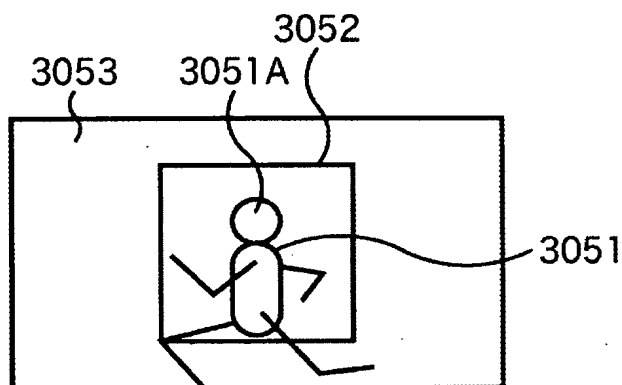
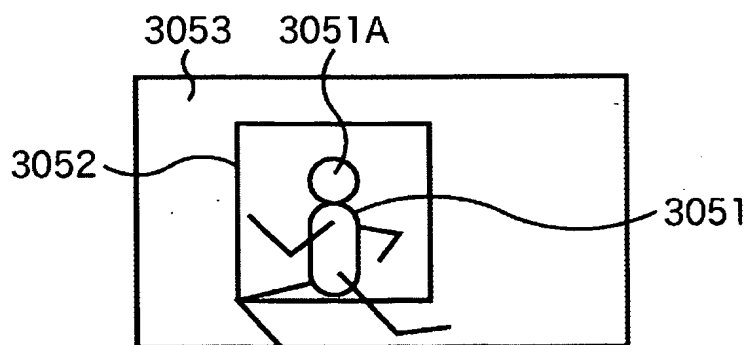


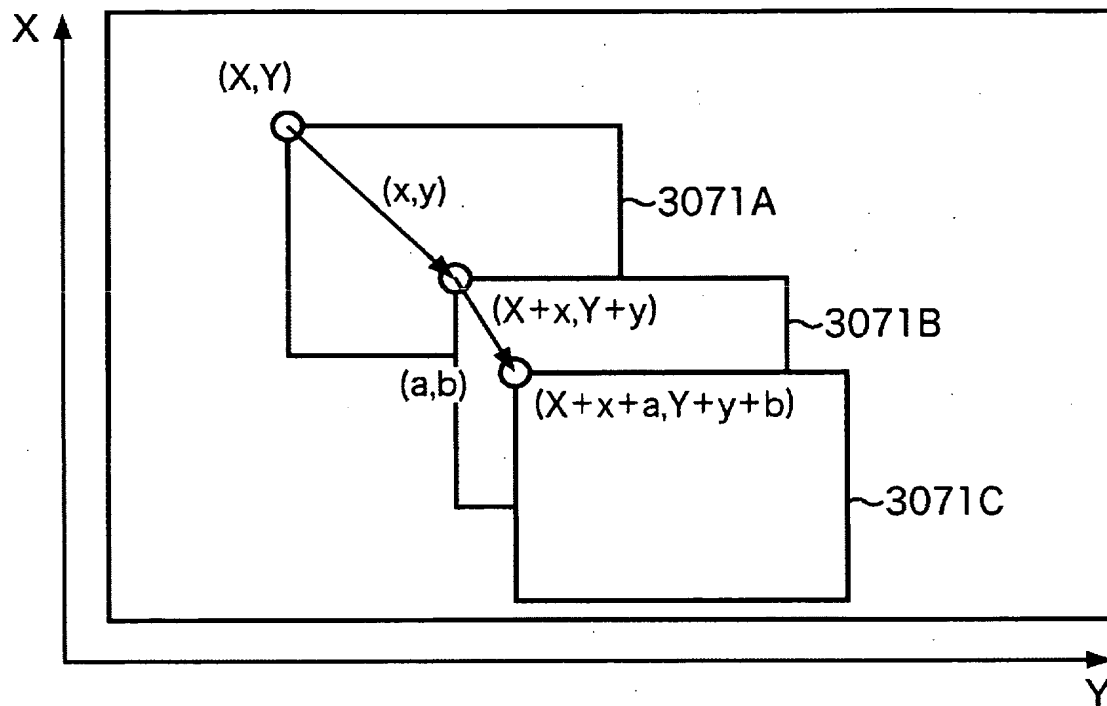
図 82C



[図83]

76/91

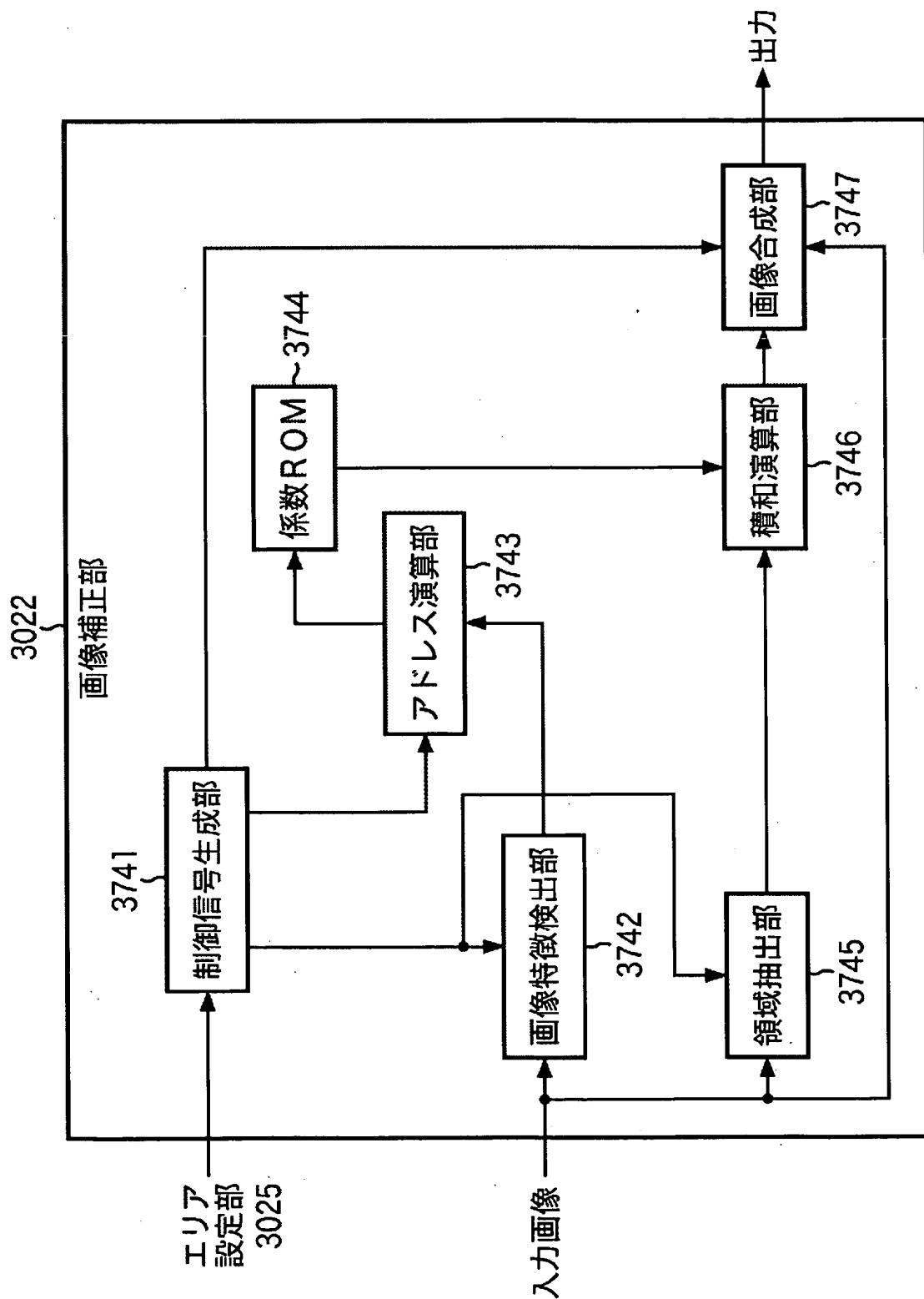
図 83



[図84]

77/91

図84



[図85]

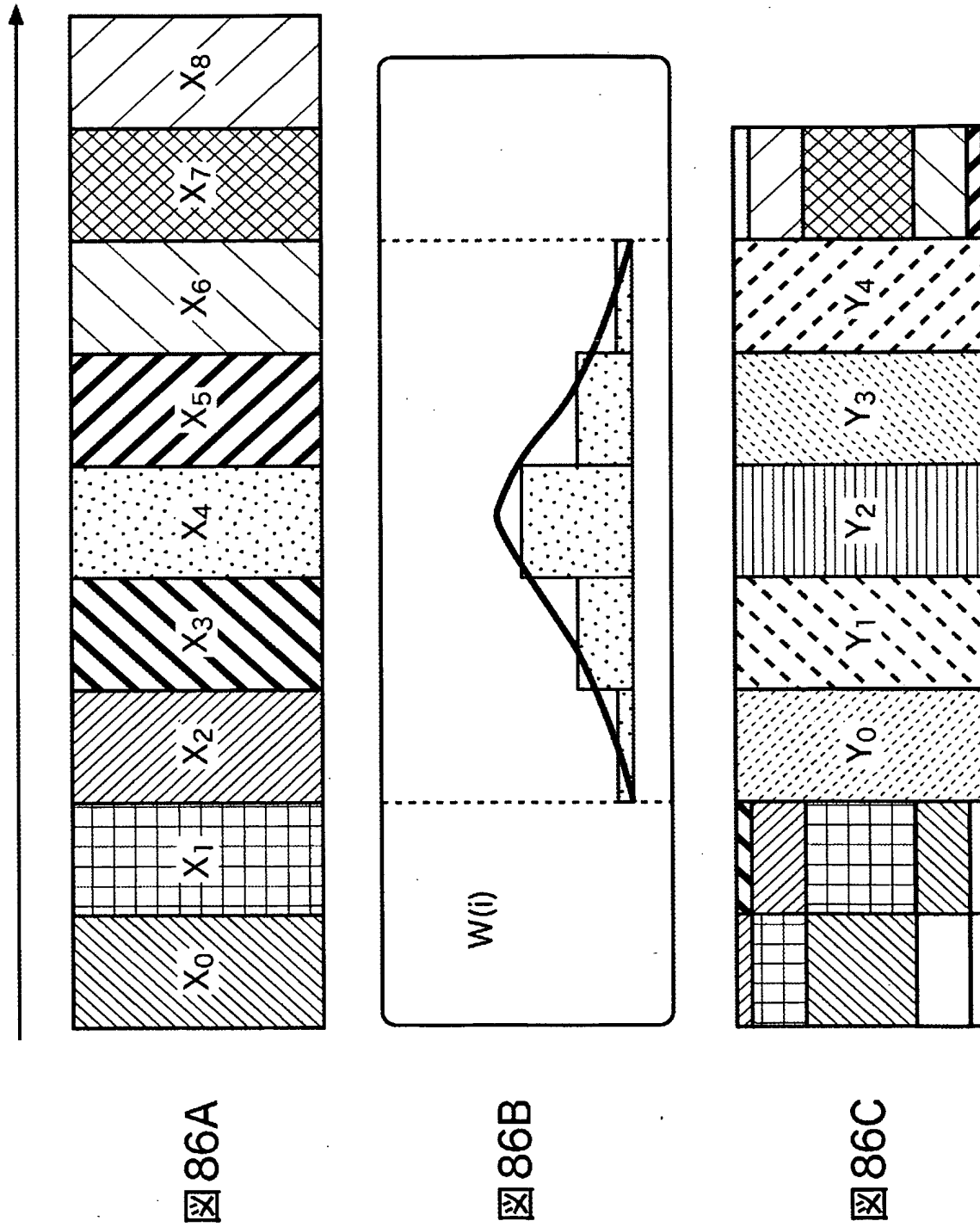
78/91

図 85

名称	関連するブロック	意味
制御信号 A	画像合成部、 領域抽出部	処理領域を特定する パルス
制御信号 B	アドレス演算部	ぼけの度合いを表す パラメータ σ
制御信号 C	アドレス演算部	関係式の重み W_a の 切り替え
制御信号 D	画像特徴検出部	閾値の切り替え

[図86]

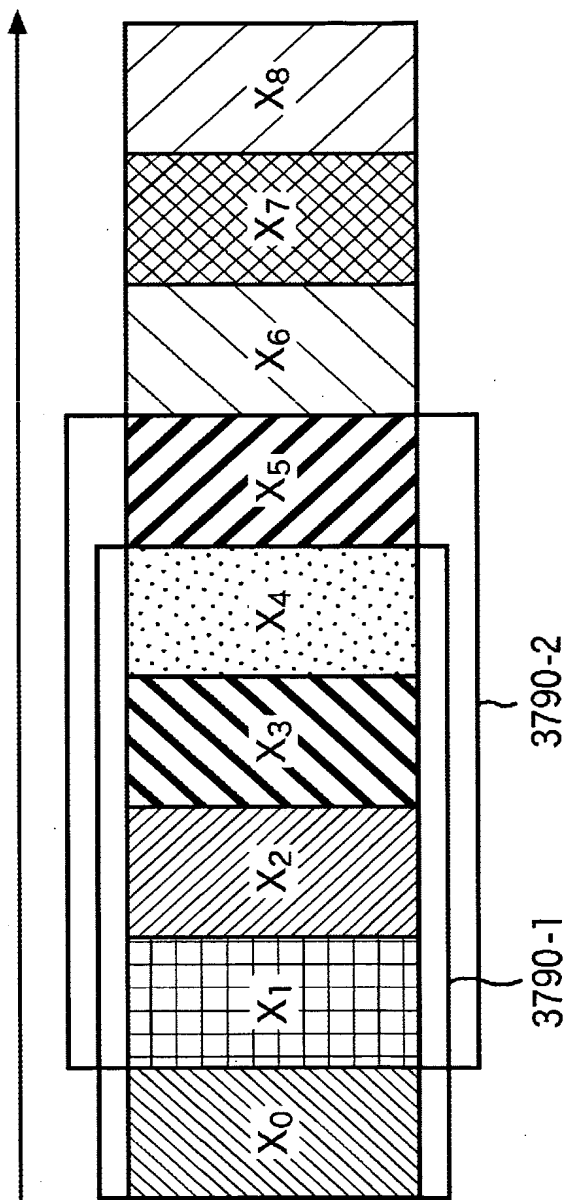
79/91



[図87]

80/91

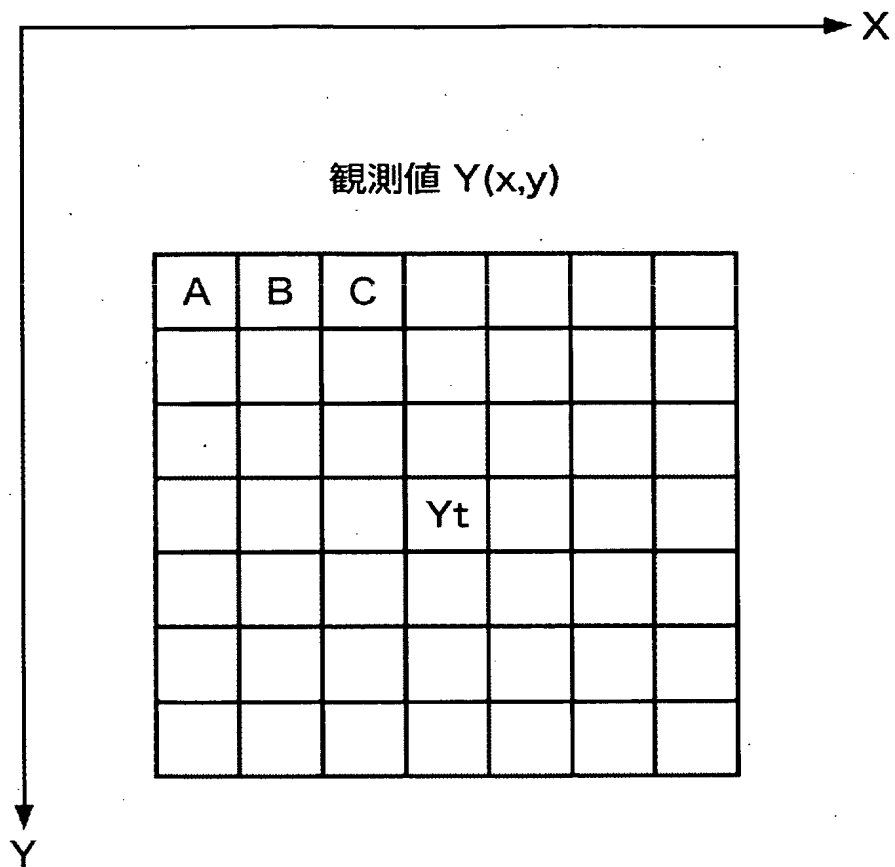
図87



[図88]

81/91

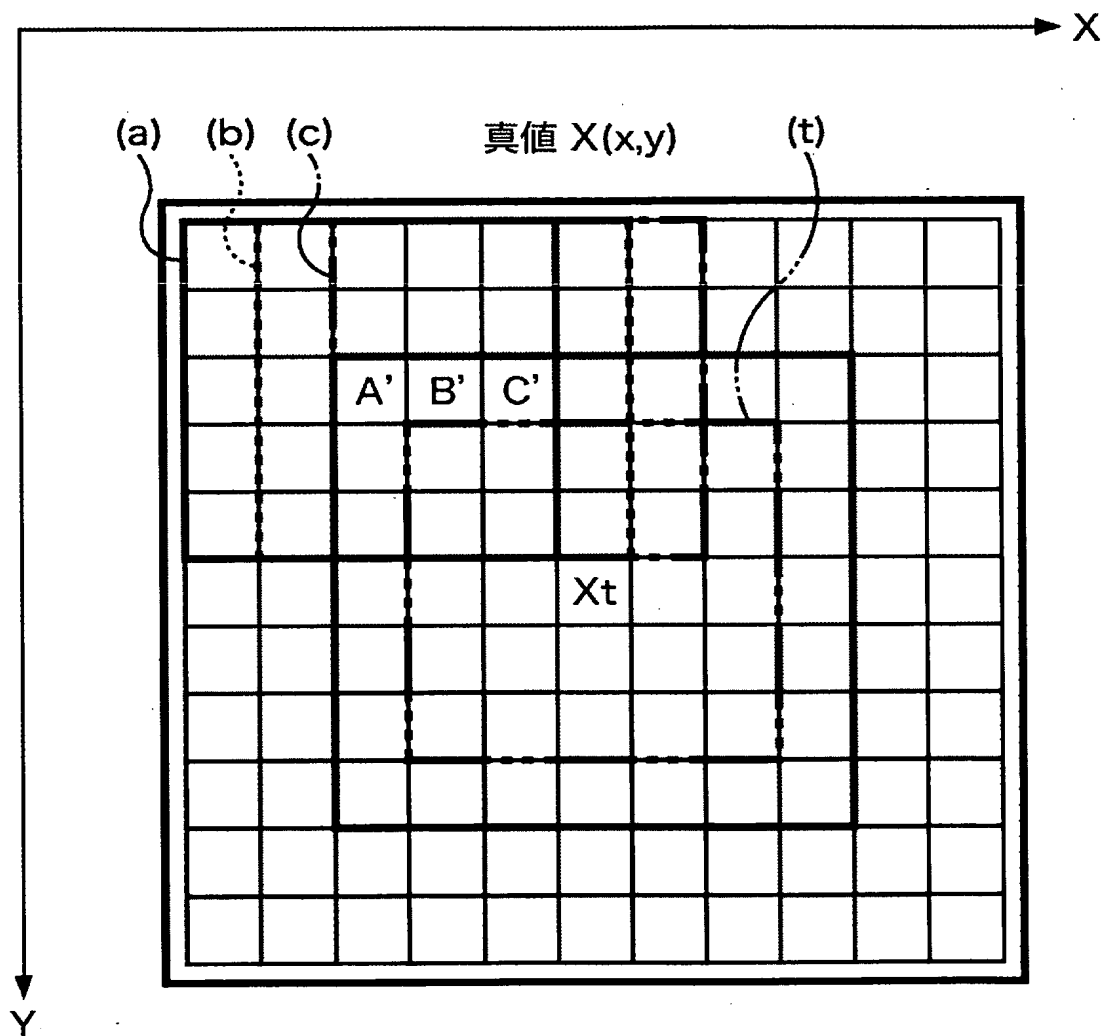
図88



[図89]

82/91

図 89



[図90]

83/91

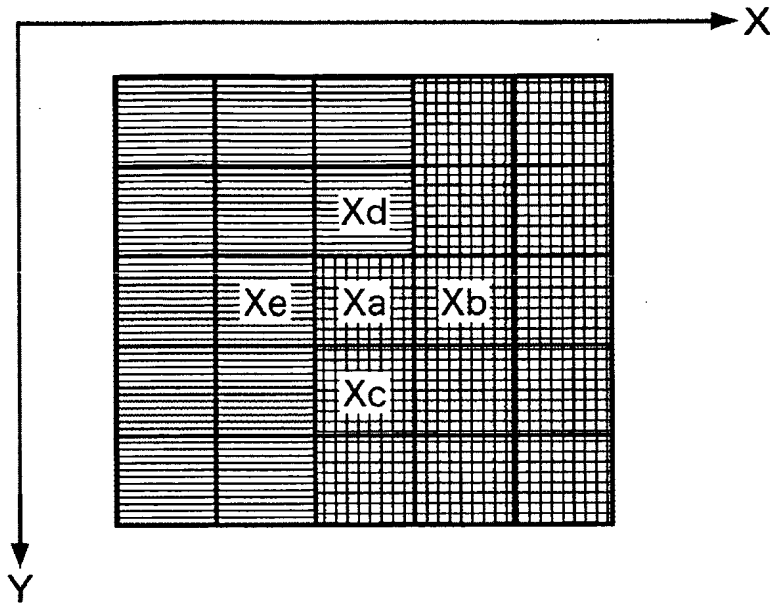
図 90

パラメータコードp ₂	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄
0001	0.1	0.1	0.1	5.4
0010	0.1	0.1	5.4	0.1
0100	0.1	5.4	0.1	0.1
1000	5.4	0.1	0.1	0.1
0011	0.1	0.1	2.6	2.6
0101	0.1	2.6	0.1	2.6
0110	0.1	2.6	2.6	0.1
1001	2.6	0.1	0.1	2.6
1010	2.6	0.1	2.6	0.1
1100	2.6	2.6	0.1	0.1
0111	0.3	1.7	1.7	1.7
1011	1.7	0.3	1.7	1.7
1101	1.7	1.7	0.3	1.7
1110	1.7	1.7	1.7	0.3
1111	1.3	1.7	1.3	1.3

[図91]

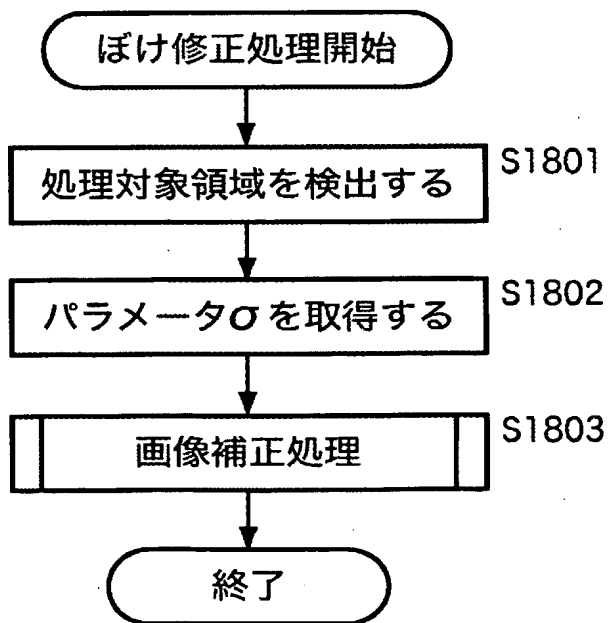
84/91

図 91



[図92]

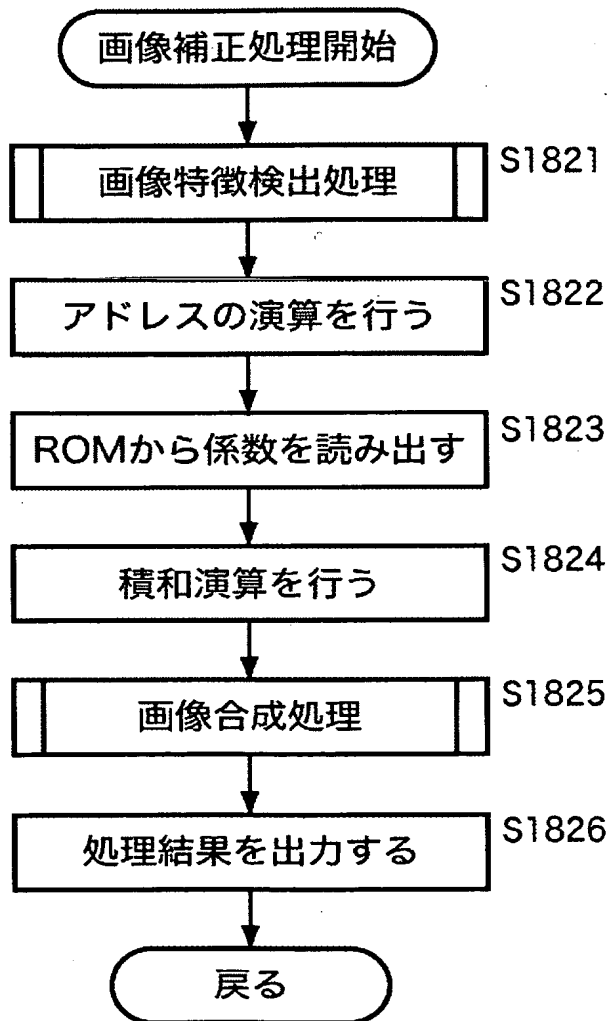
図 92



[図93]

85/91

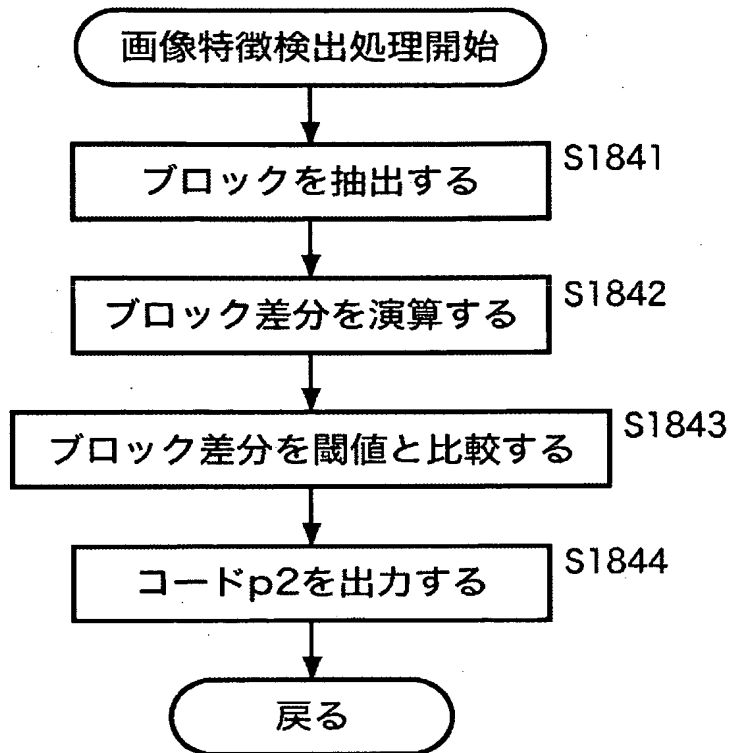
図 93



[図94]

86/91

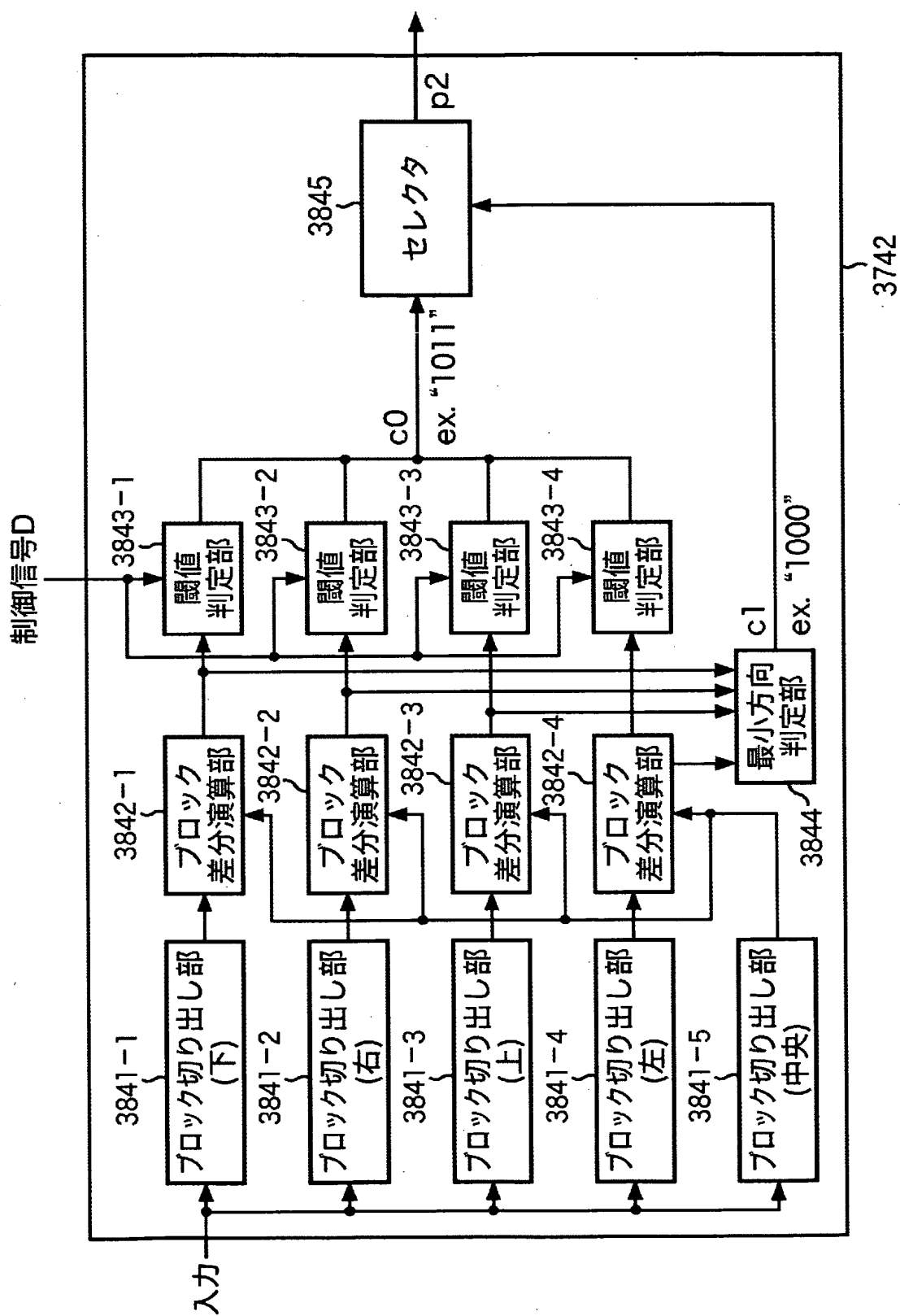
図 94



[図95]

87/91

図 95



[図96]

88/91

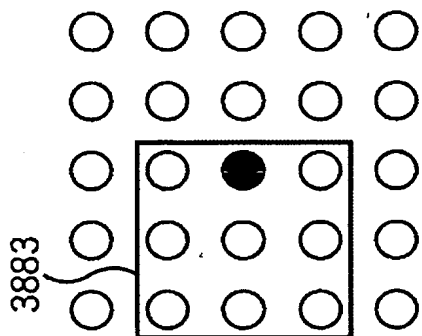


図96C

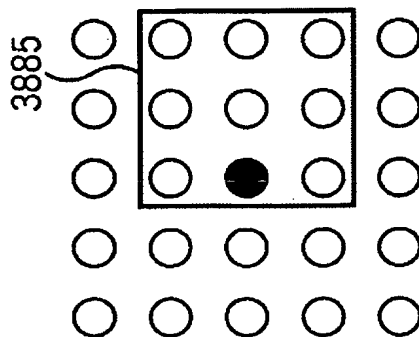


図96E

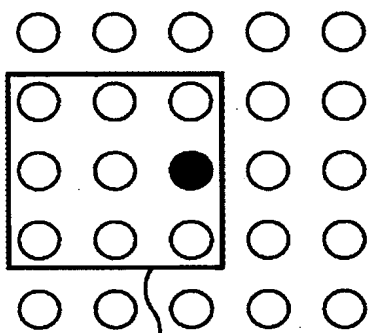


図96B

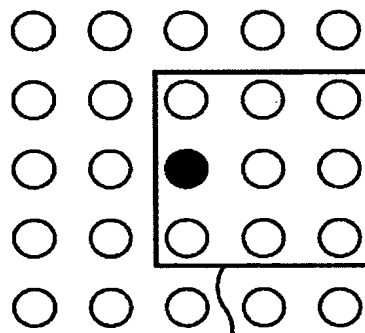


図96D

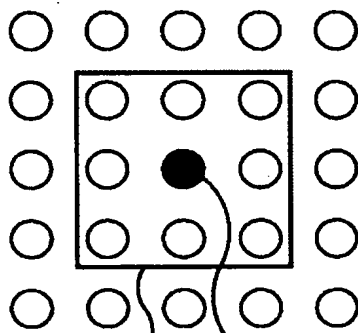


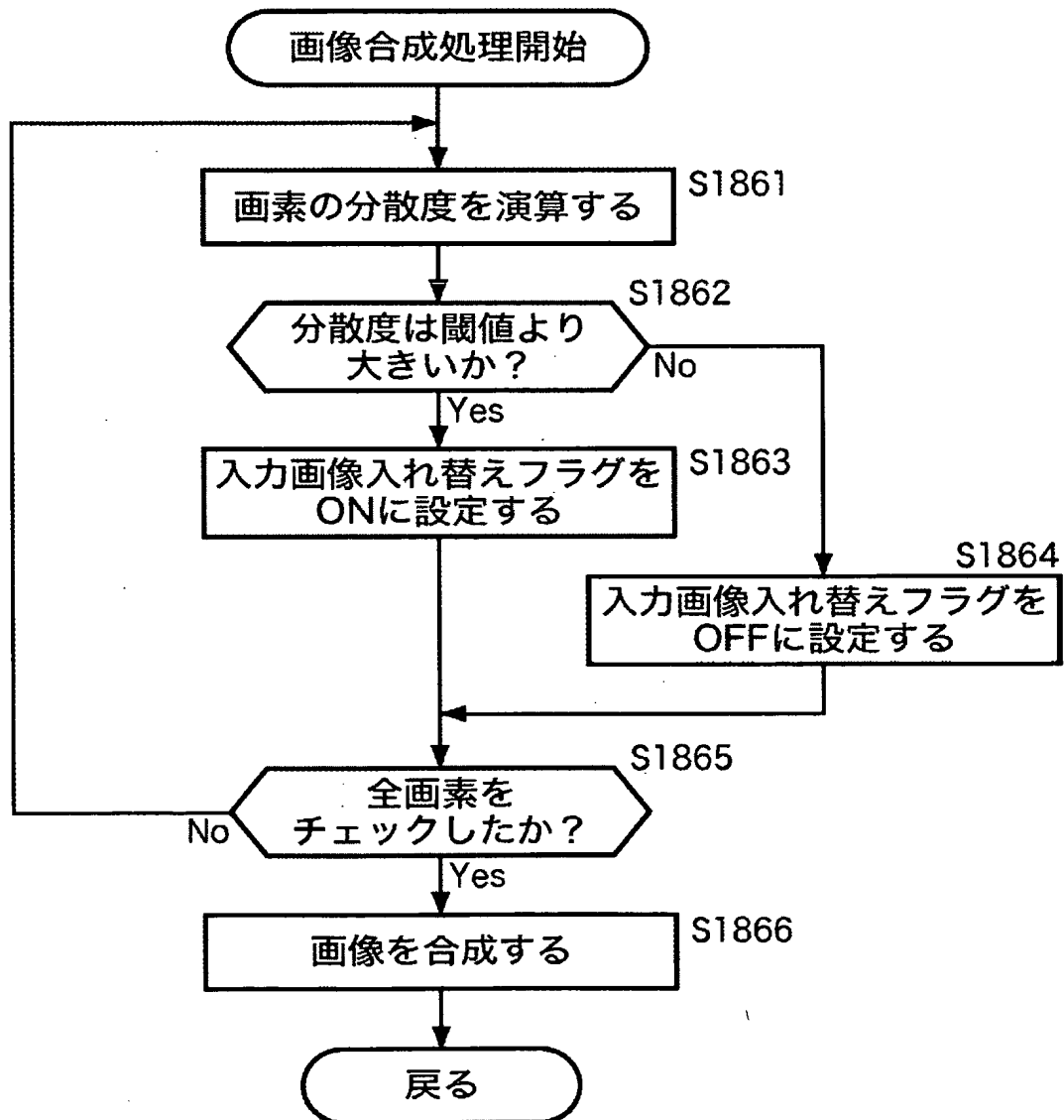
図96A

注目画素

[図97]

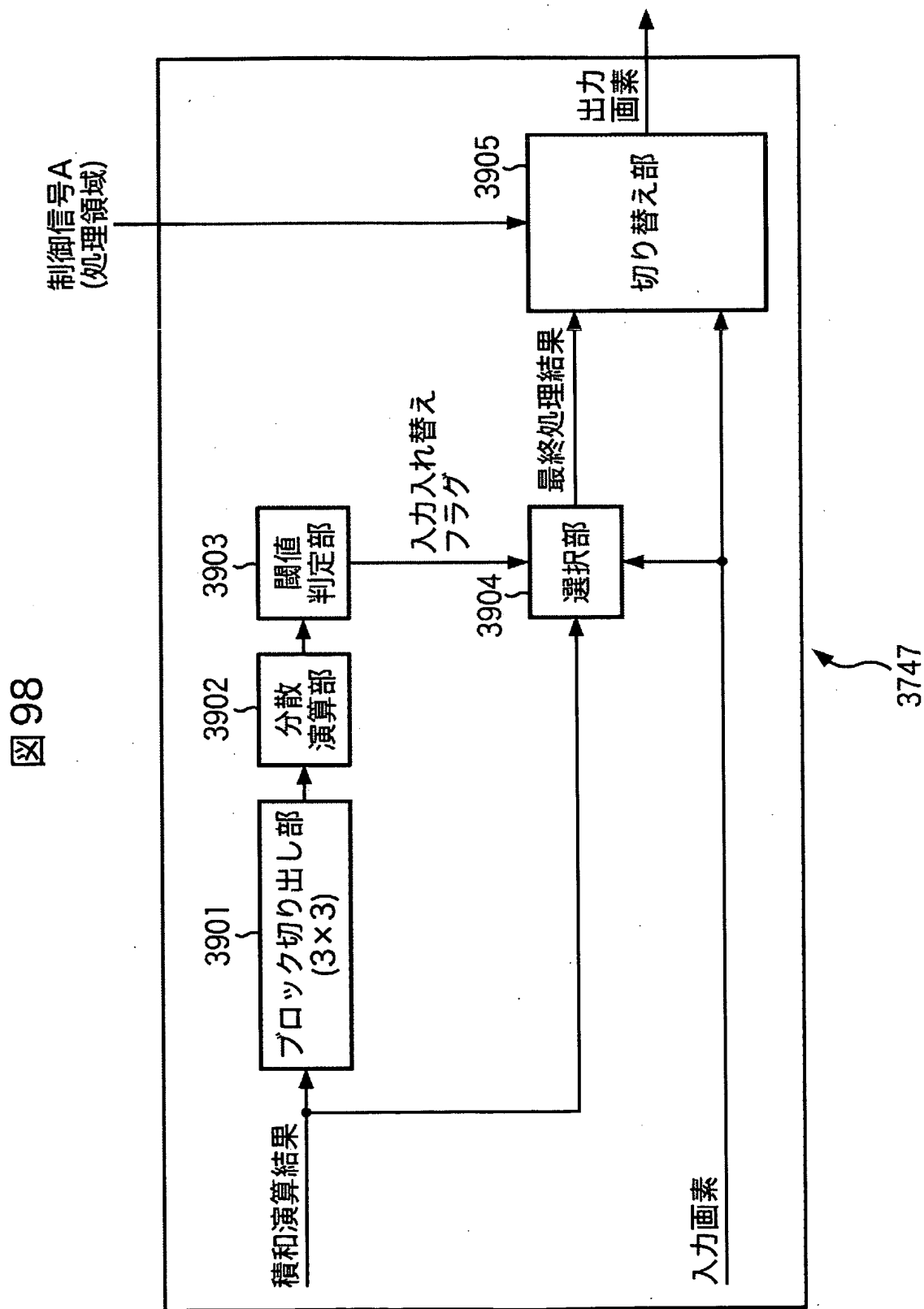
89/91

図 97



[図98]

90/91



[図99]

91/91

図 99

分散演算

